Peabody Academy
OF SCIENCE,
SALEM, MASS.

9/11 '85

BIHANG

TILL

KONGL. SVENSKA VETENSKAPS-AKADEMIENS

HANDLINGAR.

ÅTTONDE BANDET.

Häfte 1.

INNEHÅLL.

Sid.

1. EDLUND, E. Untersuchungen über die Wärmeveränderungen an den Polplatten in einem Voltameter beim Durchgange eines elektrischen Stroms .... 1— 18
2. NORDENSKIÖLD. A. E. Om bröderna Zenos resor och de äldsta kartor öfver Norden .... 1— 53
3. FORSELL, K. B. Studier öfver Cephaloiderna. Bidrag till kännedomen om Lafvarnes anatomi och utvecklingshistoria. Med 2 taflor .... 1—
4. MALM, A. W. Skelettdelar af hval insamlade under expeditionen med Vega 1878—1880 .... 1—114
5. BRÖGGER, W. C. Über Krystalle von Thorium. Mit 1 Tafel .... 1— 8
6. KLERCKER, J. E. F. DE. Recherches sur la structure anatomique de l'Aphylanthes Monspeliensis Lin. Avec 3 planches .... 1— 23
7. HAMBERG, H. E. Sur la variation diurne de la force du vent. Avec 1 planche .... 1— 48

Stockhol

Pris: 10 kronor.

STOCKHOLM, 1883—1884. P. A. NORSTEDT & SÖNER.

SHOUT
SHARE
IT

BIHANG TILL K. SVENSKA VET.-AKAD. HANDLINGAR. Band 8. N:o 1.

TUFTS
LIB

UNTERSUCHUNGEN

ÜBER

DIE WÄRMEVERÄNDERUNGEN AN DEN POLPLATTEN IN EINEM VOLTAMETER

BEIM DURCHGANGE EINES ELEKTRISCHEN STROMS

VON

E. EDLUND.

DER K. SCHWED. AKAD. DER WISS. MITGETHEILT DEN 8. NOVEMBER 1882.

STOCKHOLM 1883.
KONGL. BOKTRYCKERIET.
P. A. NORSTEDT & SÖNER.

28937

§ 1.

Im Jahre 1869 stellte ich folgende auf theoretische Gründe basirte Sätze auf[1]: Wenn ein galvanischer Strom einen Elektromotor in derselben Richtung durchgeht, wie der Strom, der vom Elektromotor gebildet wird, so verschwindet in diesem eine Wärmemenge, die der elektromotorischen Kraft, mit der Stromstärke multiplicirt, proportional ist, und wenn der Strom in entgegengesetzter Richtung fliesst, wird eine eben so grosse Wärmemenge producirt. Wenn in einer geschlossenen Leitungsbahn ein Strom von einer oder mehreren elektromotorischen Kräften gebildet wird, so konsumiren diese Kräfte eine Wärmemenge, die gleich ist der Wärmesumme, welche zufolge des Widerstandes beim Durchfluss des Stromes durch die ganze Leitungsbahn erzeugt wird. Die ganze Wärmeproduktion des Stromes ist daher gleich null, indem beim Durchfluss des Stromes durch die Leitungsbahn eine Wärmemenge erzeugt wird, die derjenigen gleich ist, welche die elektromotorischen Kräfte für die Strombildung verbrauchen. Hierbei ist natürlicher Weise vorausgesetzt, dass der Strom keine äussere Arbeit verrichtet. Die Wärmemenge, welche die chemischen Processe in der Säule erzeugen, steht mit der von der elektromotorischen Kraft konsumirten Wärme in keinem näheren Zusammenhang, daher die letztere nicht unmittelbar aus der ersteren berechnet werden kann.

Gegenüber dem allgemein angenommenen, zuerst von Sir William Thomson aufgestellten Satze, dass die Summe aller zufolge des Widerstandes beim Durchfluss des Stromes durch die ganze Leitungsbahn entwickelten Wärme der Wärmemenge gleich sei, welche durch die chemischen Processe in der Säule erzeugt wird, gelang es den obengenannten Sätzen inzwischen nicht sich geltend zu machen. Ich unternahm daher im Jahre 1876 diese beiden Ansichten auf die Probe zu stellen, indem ich sie, jede für sich, zur Erklärung der Wärmephänomene benutzte, welche, wie man auf experimentalem Wege bereits gefunden hatte, in den Säulen wie auch in den Voltametern vorkommen [1]. Als Resultat ging daraus unumstösslich hervor, dass die von mir aufgestellten Sätze nicht nur eine zufriedenstellende Erklärung des Entstehens der beobachteten Erscheinungen geben, sondern es auch in mehreren Fällen ermöglichen, die quantitative Grösse derselben zu berechnen; wohingegen die bis dahin als richtig angesehene Ansicht den Ursprung dieser Wärmephänomene nur mit Hülfe unwahrscheinlicher und einander widersprechender Hypothesen zu erklären vermochte, ohne dass sie eine Möglichkeit gegeben hätte, die Grösse derselben zu berechnen.

---

[1] Öfversigt af Vet. Ak:s Förhandl. för 1869. Pogg. Ann. B. 137. Philos. Mag. (4) T. 38. Annales de chimie et de phys. (4) T. 18. Cimento (2) T. 2.

Die Richtigkeit der obigen Sätze ist später noch mehr bestätigt worden. Dass Wärme verschwindet, wenn der Strom den Sitz einer elektromotorischen Kraft in der Richtung durchströmt, in welcher die elektromotorische Kraft wirkt, Wärme aber entsteht, wenn der Strom in einer der Wirkung dieser Kraft entgegengesetzten Richtung geht, hat BRAUN mit seinen theoretischen Betrachtungen über die Wärmephänome in einem Elektromotor übereinstimmend gefunden [2]. Ebenso hat HOORWEG gefunden, dass der ebengenannte Satz mit seiner für den galvanischen Strom aufgestellten Theorie übereinstimmend ist, und überdies gezeigt, dass die Summe aller Wärme, welche die Elektricität in einer geschlossenen galvanischen Kette erzeugt und verbraucht, gleich Null ist [3].

Auf experimentalem Wege hat JULIUS THOMSEN 8 Säulenkombinationen gefunden, bei denen die durch die chemischen Processe in den Säulen hervorgerufene Wärme der Summe aller der Wärme gleich ist, welche zufolge des Widerstandes beim Durchfluss des Stromes durch die Leitungsbahn generirt wird [4]. Solche Kombinationen waren ausser der Daniellschen Säule (von der es lange bekannt gewesen, dass die Wärme, welche in der ganzen Leitungsbahn zufolge des Widerstandes entwickelt wird, der Wärme gleich ist, welche die chemischen Processe hervorrufen) Zink mit Schwefelsäure und Cadmium mit Cadmiumsulfat, Zink mit Schwefelsäure und Kohle mit Salpetersäurehydrat, Kupfer mit Schwefelsäure und Kohle mit Salpetersäurehydrat u. s. w. In diesen Säulen konsumiren die elektromotorischen Kräfte also eine Wärmemenge, die ebenso gross ist wie diejenige, welche die chemischen Processe in den Säulen generiren. Auch **Braun** hat verschiedene Säulen mit diesen Eigenschaften gefunden, so z. B. die Säulen aus Zink, Kupfer und Cadmium mit den Sulfaten und Acetaten dieser Metalle als Elektrolyte [1]). Von den übrigen, mehr als 100 verschiedenen Säulenkombinationen aber, welche **Braun** untersucht hat, ist die von den elektromotorischen Kräften für die Strombildung verbrauchte Wärmemenge bei den meisten geringer, bei wenigen grösser befunden worden als diejenige, welche von den chemischen Processen in derselben Zeit generirt wurde. Um dieses zu verdeutlichen, mögen hier ein Paar Beispiele Platz finden. In einer Säule, bestehend aus Zink und Blei mit Zinkacetat um das erstere und Bleiacetat um das letztere Metall, sollte die elektromotorische Kraft, falls sie die ganze in der Säule producirte chemische Wärme konsumirte, von 0,70 representirt sein, wenn die elektromotorische Kraft in *einem* Daniellschen Element als Einheit angenommen wird. Der Versuch ergab jedoch für die elektromotorische Kraft die Zahl 0,491; folglich konsumirte die selbe eine geringere Wärmemenge als die chemischen Processe lieferten. Die elektromotorische Kraft in einer Säule aus Blei und Kupfer mit Bleiacetat als Elektrolyt um das erstere und Kupferacetat als Elektrolyt um das letztere Metall sollte nach der Berechnung der freigewordenen chemischen Wärmemenge 0,31 der angenommenen Einheit betragen; **Braun** aber fand, dass die elektromotorische Kraft dieser Kombination sich auf 0,45 belief. Diese Kraft konsumirte also mehr Wärme, als die chemischen Processe generirten. Wenn man die Wärme, welche bei der Bildung des Zinkacetats frei wird, mit **Braun** mit (Zn, O, Ac_2, aq) und die Wärme für die andern chemischen Processe auf analoge Weise bezeichnet, so wird die freigewordene Wärme in dem ersteren Element mit (Zn, O, Ac_2, aq)

---

[1] Vet. Akad. Handl. B. 14. Pogg. Ann. B. 159. Phil. Mag. (5) T. 3.

[2] Sitzungsberichte der Naturf. Gesellschaft zu Marburg 1878, Wied. Ann. B. 5 S. 205 (1878).

[3] Wied. Ann. B. 9, S. 519 (1880).

[4] Wied. Ann. B. 11, S. 246 (1880).

---

[1]) Wied. Ann. B. 16 S. 561 und B. 17 S. 593 (1882).

— $(Pb, O, Ac_2. aq)$, in dem letzteren mit $(Pb, O, Ac_2, aq) - (Cu, O, Ac_2, aq)$ ausgedrückt.

In derartigen Kombinationen sind offenbar nicht eine sondern zwei elektromotorische Kräfte wirksam, und zwar in der erstgenannten Kombination die elektromotorischen Kräfte zwischen dem Zink und dem Zinkacetat und zwischen dem Blei und dem Bleiacetat. Die letztere Kraft ist die geringere und wirkt in einer der Wirkung der ersteren entgegengesetzten Richtung. Als Ausdruck für die Wärmemenge, welche von der resultirenden elektromotorischen Kraft konsumirt wird, und welche natürlicherweise gleich ist dem Unterschiede zwischen den Wärmemengen, die einer jeden dieser Kräfte entsprechen, setzt BRAUN

$$p\ (Zn, O, Ac_2, aq) - q\ (Pb, O, Ac_2, aq),$$

wo p und q Konstante sind, die er, gestützt auf seine Beobachtungen, als für verschiedene Metalle und Elektrolyte verschieden, *doch stets geringer als die Einheit* annimmt. Es ist einleuchtend, dass man, wie in der letzteren der obengenannten Kombinationen der Fall ist, mit passenden Werthen für p und q, auch

$$p\ (Pb, O, Ac_2, aq) - q\ (Cu, O, Ac_2, aq) > (Pb, O, Ac_2, aq) - (Cu, O, Ac_2, aq)$$

erhalten kann, so weit bei einer derartigen Kombination die resultirende Kraft nicht grösser sei als diejenige, welche man erhält, wenn man q gleich null und $p = 1$ setzt. Selbst in den Säulen, in denen, wie in der Daniellschen, alle chemische Wärme von den elektromotorischen Kräften konsumirt wird, ist es offenbar nicht erforderlich, dass p und q der Einheit gleich sind, und BRAUNS Messungen deuten an, dass sie auch für diese Säule wirkliche Brüche sind. Der Bruchtheil der chemischen Energie, welcher in Stromenergie übergeht, wird von BRAUN *elektromotorischer Nutzeffect* genannt.

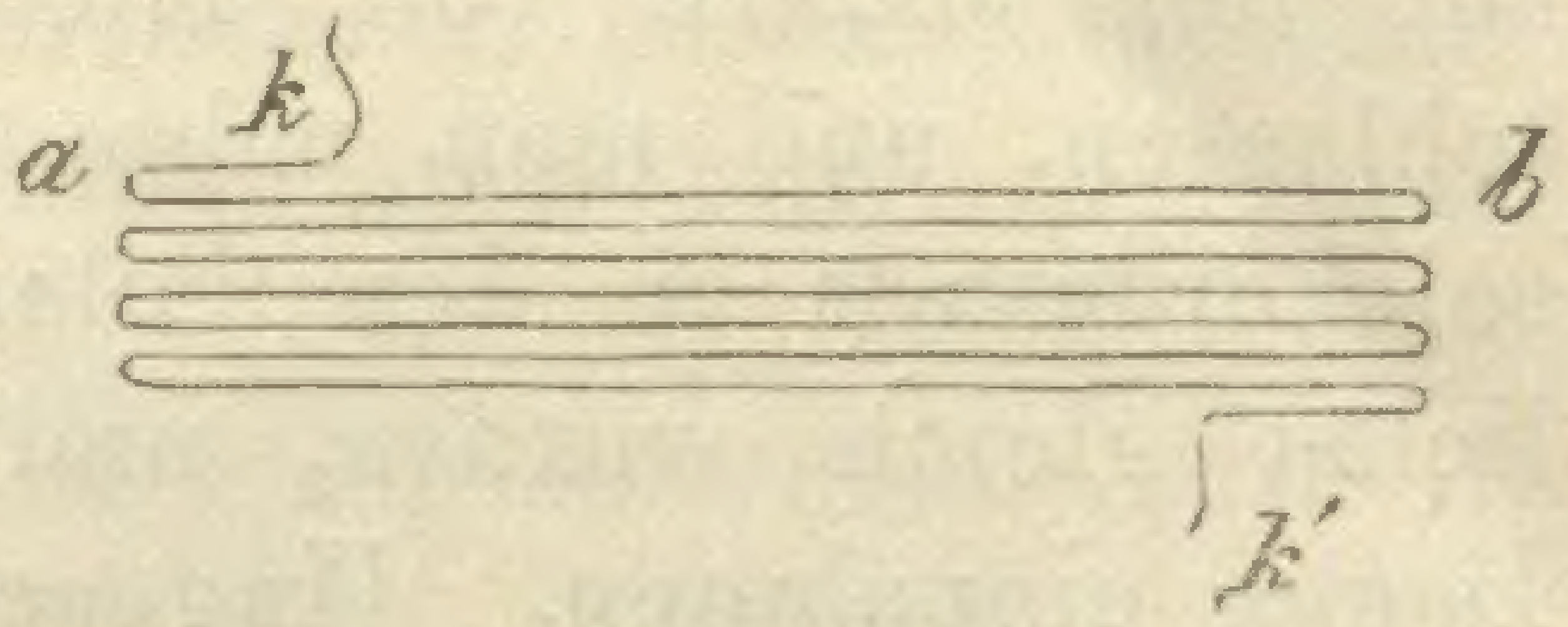
Einen direkten experimentalen Beweis dafür, dass p und q stets kleiner als die Einheit sind, hat BRAUN inzwischen in der ersten der citirten Abhandlungen nicht geliefert. In seiner späteren Abhandlung, wo es sich um galvanische Elemente handelt, in denen nur ein einziger chemischer Process stattfindet, infolge dessen p unmittelbar aus den angestellten Observationen bestimmt werden kann, finden sich auch wirklich ein Paar Kombinationen, wo die Beobachtungen andeuten, dass $p > 1$ und dass die elektromotorische Kraft folglich mehr Wärme konsumiren sollte, als der chemische Process zu liefern vermag. Von diesen Elementen bestand das eine aus Silber, Jodsilber, Jod und Kohle, das andere aus denselben Bestandtheilen, doch mit Cadmium in Stelle des Silbers. Hier findet nur ein einziger chemischer Process statt, nämlich zwischen Jod und Silber oder Jod und Cadmium. Beim ersteren Elemente konsumirt die elektromotorische Kraft 9 Procent Wärme mehr als bei der Verbindung des Jods mit Silber, bei letzteren 5—8 Procent Wärme mehr, als bei der Verbindung zwischen Jod und Cadmium frei wird. **Braun** nimmt deshalb an, dass man die Verbindungswärme zwischen dem Jod und diesen Metallen zu berechnen habe, als befände sich das Jod in gasförmigem Zustande, in welchem Falle diese Wärme viel reicher ausfallen würde, so dass sie die durch die elektromotorische Kraft verbrauchte Wärmemenge überstiege.

In Folgendem werde ich nun eine Methode mittheilen, welche es ermöglicht direkt zu entscheiden, ob die von der elektromotorischen Kraft konsumirte Wärmemenge grösser, oder ob sie kleiner ist als die von den chemischen Processen producirte, ohne dass man die Grösse der letzteren aus besonders darüber angestellten Bestimmungen zu berechnen hat. Dies ist unbedingt als ein Vortheil zu betrachten, da man, wie das obenangeführte Beispiel deutlich zeigt, zuweilen zweifelhaft sein kann, auf welche Weise die Berechnung eigentlich anzustellen ist. Quantitative Bestimmungen der absoluten Grösse dieser Wärmemengen giebt diese Methode jedoch nicht; dieselbe zeigt nur, welche der beiden Wärmemengen die grössere ist.

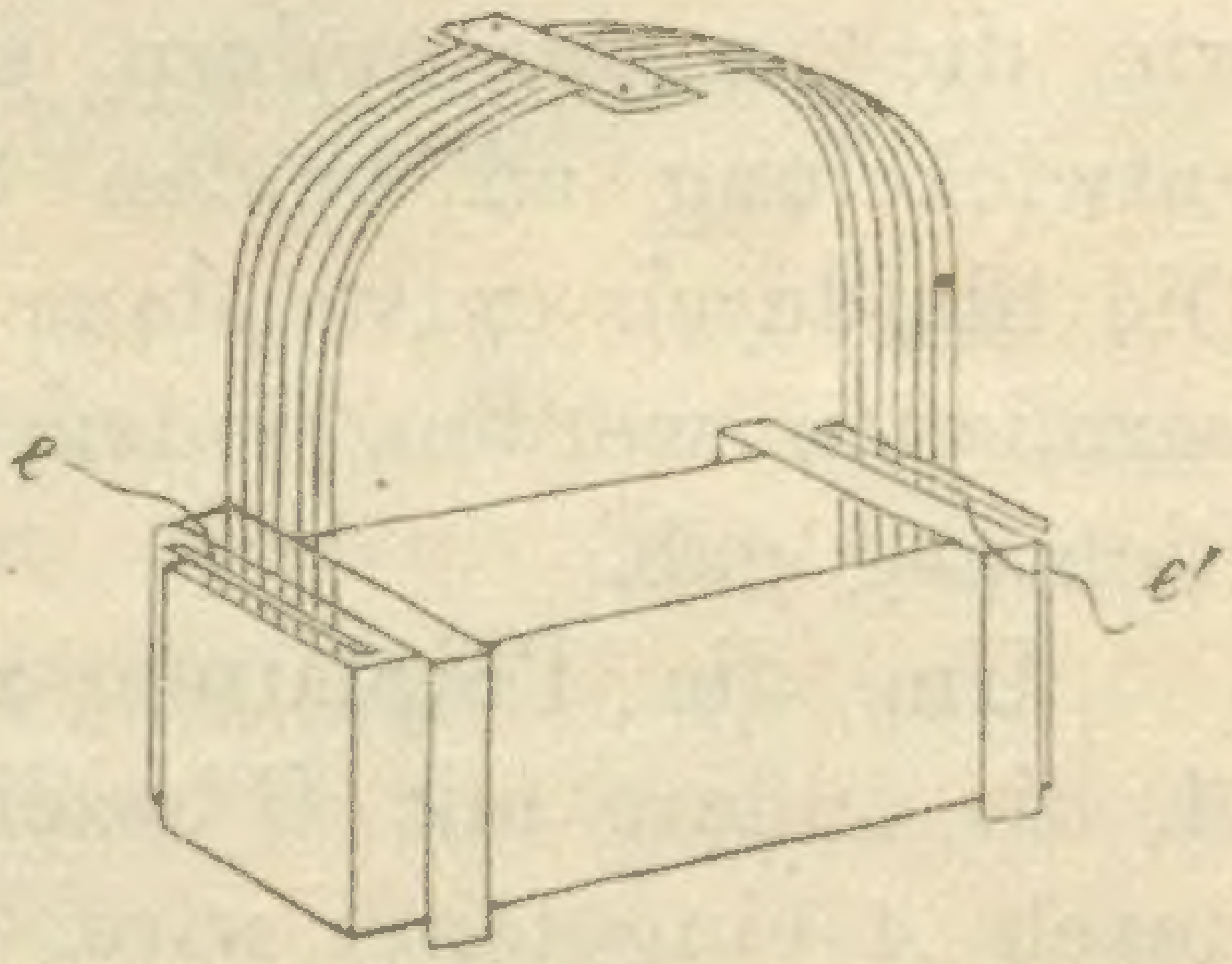
§ 2.

Das Gefäss, in welchem der Elektrolyt verwahrt wurde, war ein an den Innenseiten mit Asphalt überstrichenes Holzkästchen von parallelepipedischer Form und hatte eine Länge von 100, eine Breite von 40 und eine Tiefe von 40 mm. Die beiden Polplatten wurden dicht an den Endflächen in das Kästchen eingesetzt. Die Platten hatten bei allen Versuchen die Höhe und die Breite des Kästchens, sodass sie die Endflächen desselben bedeckten; im Uebrigen waren sie dünn und einander vollkommen gleich. Das Kästchen war auf einer horizontalen Unterlage befestigt, sodass die Flüssigkeit in demselben überall die gleiche Tiefe hatte, infolge dessen der elektrische Widerstand derselben überall gleich gross war. Wenn das Kästchen mit einer neutral gesättigten Flüssigkeit, z. B. Kupfersulfat, gefüllt ist, die Polplatten aus Kupfer bestehen und ein Strom von der Intensität i durch das Kästchen geht, entsteht in der Flüssigkeit zufolge des von ihr geleisteten Widerstandes eine Wärmeentwickelung, welche mit gi^2, wo g eine Konstante ist, repräsentirt werden kann. An der Annode wird Kupfersulfat gebildet und dadurch eine Wärmemenge erzeugt, welche sich mit ki, wo k eine Konstante ist, ausdrücken lässt. Die Annode ist aber auch der Sitz einer elektromotorischen Kraft, welche, da sie in derselben Richtung wirkt wie der Strom, eine Wärmemenge verbraucht, die mit ei, wo e die elektromotorische Kraft bezeichnet, ausgedrückt werden kann. An der Kathode entsteht durch die Ausscheidung des Kupfers eine Wärmeabsorption, welche von $-ki$ angegeben wird; es ist aber daselbst eine ebenso grosse elektromotorische Kraft vorhanden wie an der Annode, obschon dieselbe hier in einer dem Strome entgegengesetzten Richtung wirkt, weshalb die entsprechende Wärmemenge mit $+ ei$ ausgedrückt werden muss. An der Anode ist also die Summe aller Wärmequellen $= gi^2 + ki - ei$, und an der Kathode $= gi^2 - ki + ei$.

Da zu erwarten war, dass der Unterschied zwischen ki und ei für mehrere Elektrolyte so gering ausfallen würde, dass er schwerlich zu beobachten sein dürfte, wenn er mit gi^2 zusammen ausgemessen werden sollte, so musste der Beobachtungsmethode eine solche Anordnung gegeben werden, dass gi^2 ganz eliminirt und der Ausschlag des Instruments ausschliesslich von dem Unterschied zwischen ki und ei bestimmt wurde. Ausserdem war es nothwendig, den Strom nur so kurze Zeit durch die Elektrolyte gehen zu lassen, dass die Zusammensetzung derselben in der Nähe der Polplatten dadurch nur eine geringe Veränderung erlitt. Dieses gelang mit Hülfe einer thermoelektrischen Säule von der durch die nebenstehende Figur 1 veranschaulichten Konstruktion. k ist ein Kupferdraht, welcher bei a mit einem Neusilberdraht zusammengelöthet ist. Der Neusilberdraht ist bei b mit einem Eisendraht zusammengelöthet, der Eisendraht bei a wieder mit einem Neusilberdraht, u. s. w., bis dass der letzte Neusilberdraht schliesslich wieder mit dem Kupferdrahte *k'* zusammengelöthet ist. Auf jede Seite kommen also drei Löthstellen zwischen Neusilber und Eisen und eine zwischen Neusilber und Kupfer. Diese solchergestalt gebildete thermoelektrische Säule wurde sodann, in Halbcirkelform gebogen, in das Kästchen gestellt, und zwar so, dass die Löthstellen, wie die nebenstehende Figur 2 zeigt, dicht an die Polplatten zu liegen kamen. Um die galvanische Berührung zwischen den Drähten und der Flüssigkeit zu verhindern, waren die Drähte vorher mit Paraffin überzogen worden. Die Paraffinirung der Drähte geschah durch mehrmaliges genügend tiefes Eintauchen derselben in geschmolzenes Paraffin, das eine dem Schmelzpunkte nahe Temperatur hatte. Aus leicht einzusehenden Ursachen wurde aber das Paraffinlager um die Löthstellen auf diese Weise zu dick. Um nun dieser Ungelegenheit abzuhelfen, wurde die Paraffinmasse etwas erhitzt und das Lager um die Löthstellen, damit es abschmelze, in dieselbe eingetaucht, worauf die Löthstellen allein durch ein- oder mehrmaliges Eintauchen in die Paraffinmasse, nachdem dieselbe etwas abgekühlt worden, mit einer passenden Paraffinbekleidung versehen wurden. Auf diese Weise konnten die Drähte einen ziemlich gleichförmigen Paraffinüberzug erhalten. Die an die Polplatten festgelötheten Drähte *l* und *l'* wurden mit der gewöhnlich aus 5 Bunsenschen Elementen bestehenden Batterie, und die Drähte *k* und *k'* mit einem Spiegelgalvanometer in Verbindung gesetzt, welches, um die Gleichgewichtslage der Nadel von den Veränderungen der erdmagnetischen Deklination unabhängig zu erhalten, auf die schon in früheren Aufsätzen beschriebene Weise eingerichtet war. Nachdem bereits eine Anzahl Beobachtungsreihen ausgeführt waren, hörte das Nadelsystem aus unbekannter Veranlassung auf astatisch zu sein, sodass es von Neuem magnetisirt werden musste, wobei die Empfindlicheit des Instruments eine Veränderung erlitt, weshalb in den unten angeführten verschiedenen Be-



Figur 1.



Figur 2.

obachtungsreihen die Bedeutung der Scalentheile eine verschiedene ist. In die Batterieleitung war für die Bestimmung der Stromstärke eine Tangentbussole eingeschaltet.

Um die Flüssigkeit rings um die Löthstellen, deren Temperatur beim Durchfluss des Stromes verändert wurde, zu verhindern, sich mit der übrigen Flüssigkeit zu vermischen, wurden dicht vor den thermoelektrischen Drähten dünne poröse Thonplatten von derselben Beschaffenheit wie die, welche gewöhnlich zur Trennung der Flüssigkeiten in einer konstanten Säule angewendet werden, in das Kästchen eingesetzt. Die Löthstellen waren also auf der einen Seite von den Polplatten, auf der andern von den eben erwähnten Thonplatten umschlossen, und man nahm sorgfältig darauf Bedacht, dass die solchergestalt an den Polen gebildeten Räume einander möglichst gleich wurden, und die Löthstellen in ihnen gleiche Lagen einnahmen. Ungeachtet alles Bemühens in dieser Hinsicht war jedoch nicht darauf zu rechnen, dass die Löthstellen an der einen Polplatte genau ebenso sehr erwärmt würden wie die an der andern, sogar dann nicht, wenn die Wärmeentwickelung an beiden Stellen ganz gleich gewesen wäre. Die hierdurch entstandene Ungelegenheit konnte jedoch leicht vermieden werden, indem man dem Strome eine umgekehrte Richtung gab.

Um die Polplatten zu unterscheiden, mag die eine mit A, die andere mit B bezeichnet werden. Wenn nun der Strom durch A eingeleitet wird, so ist gemäss des oben Angeführten die Wärmeentwicklung an dieser Platte $gi^2 + ki - ei$. Die Temperaturerhöhung, welche die Löthstellen dadurch erhalten, kan mit $f(gi^2 + ki - ei)$, wo f eine Konstante ist, die von der Grösse des Raumes zwischen den Polplatten und den Thonplatten, der Dicke des Paraffinlagers, der Lage der Löthstellen u. s. w. abhängig ist, ausgedrückt werden. Die Temperaturerhöhung bei B kann auf gleiche Weise mit $f'(gi^2 - ki + ei)$ wo f' gewöhnlich nicht vollkommen so gross ist wie f, bezeichnet werden. Wenn diese Temperaturerhöhungen nicht gleich gross sind, giebt das Galvanometer einen Ausschlag a, welcher dem Unterschiede zwischen ihnen proportional ist. Man erhält also $f(gi^2 + ki - ei) - f'(gi^2 - ki + ei) = a$. Wenn nun der Strom umgekehrt wird, so dass B den positiven Pol bildet, so erhält man einen andern Ausschlag b, also $f'(gi^2 + ki - ei) - f(gi^2 - ki + ei) = b$.

Durch Addition erhält man hiervon: $ki - ei = \frac{a+b}{2(f+f')}$. Wenn die Summe $a + b$ positiv ist, so ist die Wärme, welche die chemischen Processe hervorrufen, grösser als diejenige, welche die elektromotorische Kraft konsumirt; und wenn diese Summe negativ ist, so ist das Verhältniss umgekehrt[1]).

§ 3.

Versuch 1. Koncentrirte neutrale Lösung von Kupfersulfat zwischen Polscheiben von reinem Kupfer. Die Lösung betrug hier, wie bei allen folgenden Versuchen, 60 Kubikcentimeter. Folgende Ausschläge wurden erhalten:

	A posit.	B posit.
	+ 33,0	+ 36,0
	34,0	33,0
	38,0	36,0
Mittel	+ 35,0	+ 35,0; also $\frac{a+b}{2} = + 35$.

Die Stromstärke war = *tg* 20°35 [2]). Um diese Ausschläge zu erhalten, war der Strom jedesmal während einer Zeit von 2 Minuten geschlossen.

Versuch 2. Ein Rheostatwiderstand, welcher in die Leitung eingeschaltet war, wurde fortgenommen, worauf die Stromstärke auf *tg* 39°30′ stieg.

	A posit.	B posit.
	+ 72,0	+ 81,0
	70,0	77,0
	67,0	81,0
Mittel	+ 69,7	+ 79,7; $\frac{a+b}{2} = + 74,7$.

Wenn die Ausschläge u unter der Voraussetzung berechnet werden, dass sie der Stromstärke, gemäss der Formel

---

[1]) Bei den nachstehenden Versuchen war Hr Phil. Kand. K. BECKMAN aus Upsala als Assistent mir behilflich.

[2]) Um von der absoluten Grösse der angewandten Stromstärke einen Begriff zu geben, möge hier mitgetheilt werden, dass eine Stromstärke = *tg* 45° ungefähr 0,04 Ampère entsprach.

$u = 92{,}33\ tg\ v$, proportional sind, so erhält man für die kleinere Stromstärke den Ausschlag 34,4, für die grössere den Ausschlag 76,1. Man kann demnach annehmen, dass die Ausschläge innerhalb der Grenze der Beobachtungsfehler den Stromstärken proportional sind, wie es nach Obigem der Fall sein muss.

Ein Paar andere Beobachtungsreihen gaben dasselbe Resultat. Die Wärmemenge, welche bei der Bildung des Kupfersulfats frei wird, ist also grösser als diejenige, welche die elektromotorische Kraft zwischen Kupfer und Kupfersulfat verbraucht.

Versuch 3. Koncentrirte neutrale Lösung von Zinksulfat zwischen Scheiben von amalgamirtem Zink. Stromstärke = $tg\ 51°30'$. Der Strom war für jede Beobachtung während einer Zeit von 2 Minuten geschlossen. Diese Beobachtungen wurden gemacht, nachdem das Nadelsystem des Galvanometers ummagnetisirt worden war. Die Empfindlichkeit des Instruments war dadurch jetzt geringer als vorher.

A posit.	B posit.
+ 22,0	+ 22,0
25,0	24,0
23,0	22,0
25,5	24,0
Mittel + 23,9	Mittel + 23,0; also $\frac{a+b}{2} = + 23{,}45$.

Also ist auch hier die Wärmemenge, welche bei der Bildung des Sulfats frei wird, grösser als diejenige, welche die elektromotorische Kraft verbraucht.

Wie oben gesagt worden, konsumirt in der Daniellschen Säule die elektromotorische Kraft, welche dem Unterschiede der elektromotorischen Kräfte zwischen Zink im Zinksulfat und Kupfer im Kupfersulfat gleich ist, eine ebenso grosse Wärmemenge wie die chemischen Processe produciren. Da nun, den beiden ersten Versuchsserien gemäss, die elektromotorische Kraft zwischen Kupfer und Kupfersulfat eine kleinere Qvantität Wärme konsumirt, als bei der Bildung des Kupfersulfats entsteht, so muss auch die elektromotorische Kraft zwischen Zink und Zinksulfat eine kleinere qvantität Wärme verbrauchen, als bei der Bildung des letztgenannten

Salzes entsteht, denn nur auf diese Weise wird eine Uebereinstimmung mit dem erreicht, was uns die Erfahrung hinsichtlich der Daniellschen Säule bereits gelehrt hat.

Versuch 4. Koncentrirte, neutrale Lösung von Silbersulfat zwischen Polscheiben von reinem Silber. Der Strom war für jede Beobachtung 3 Minuten geschlossen. Diese Lösung war ein so schlechter Leiter, dass sich die Stromstärke von 5 Bunsenschen Elementen nur auf *tg* 5° 30′ belief. Folgende Ausschläge wurden erhalten:

	A posit.	B posit.
	— 4,0	— 4,6
	— 2,2	— 3,9
	— 3,0	— 2,0
	— 2,2	— 2,3
Mittel	— 2,85	— 3,05; also $\frac{a+b}{2} = -2{,}95$.

Hier wurde also der negative Pol mehr erwärmt als der positive, woraus folgt, *dass die elektromotorische Kraft zwischen Silber und Silbersulfat für die Strombildung mehr Wärme verbraucht, als bei der Bildung des Silbersulfats frei wird.*

Versuch 5. Am folgenden Tage wurde mit derselben Lösung ein neuer Versuch gemacht und dazu 15 Bunsensche Elemente angewendet. Die Stromstärke wurde gleich *tg* 19° 33′ erhalten. Der Strom war für jede Beobachtung eine Zeit von 3 Minuten geschlossen. Folgende Ausschläge wurden erhalten:

	A posit.	B posit.
	— 11,0	— 10,0
	— 6,0	— 9,5
Mittel	— 8,5	— 9,75; also $\frac{a+b}{2} = -9{,}12$.

Diese Serie gab also dasselbe Resultat wie die frühere.

Versuch 6. Zu diesem Versuche wurde ebenfalls eine koncentrirte neutrale Lösung von Silbersulfat, aber von einer späteren Zubereitung, benutzt. Die Stromstärke war = *tg* 9°, und die Zeit während welcher der Strom für jede Beobachtung geschlossen war, belief sich auf nur 1,5 Minuten. Folgende Ausschläge wurden erhalten:

A posit.	B posit.
— 7,5	— 2,0
— 5,0	— 4,2
— 5,5	— 9,5
— 7,0	— 4,5
— 7,0	— 3,5
Mittel — 6,40	Mittel — 4,74; also $\frac{a+b}{2} = -5{,}57$.

Diese Serie bestätigt also das Resultat der beiden vorhergehenden, nämlich, dass die elektromotorische Kraft eine grössere Wärmemenge verbraucht, als der chemische Process zu liefern vermag.

Versuch 7. Dieser Versuch wurde mit einer neutralen Lösung von Silbernitrat zwischen Polscheiben von reinem Silber angestellt. Die Lösung enthielt 85 Gram Salz auf 0,5 Liter destillirtes Wasser. Die Stromstärke war $= tg\ 47°35'$, und die Zeit, während welcher der Strom geschlossen war, 2 Minuten. Folgende Ausschläge wurden erhalten:

A posit.	B posit.
— 17,5	— 18,0
— 19,0	— 20,0
— 16,0	— 20,0
— 21,0	— 14,0
— 21,0	— 21,0
Mittel — 18,9	Mittel — 18,6; also $\frac{a+b}{2} = -18{,}75$.

Ohne dass irgend eine andere Veränderung vorgenommen worden, wurde nur ein Rheostatwiderstand in die Leitung eingeschaltet, sodass nun die Stromstärke $= tg\ 29°34'$ wurde, worauf folgende Ausschläge erhalten wurden:

A posit.	B posit.
— 11,0	— 7,5
— 10,0	— 7,5
— 10,2	— 7,0
— 12,4	— 7,8
— 9,0	— 7,5
Mittel — 10,52	Mittel — 7,48; also $\frac{a+b}{2} = -9{,}0$.

Die Lösung von Silbernitrat giebt also dasselbe Resultat wie die von Silbersulfat.

Die Ausschläge zeigen sich auch hier innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler den Stromstärken proportional;

$$\text{den } \frac{tg\,47°35'}{tg\,29°34'} = 1{,}93 \text{ und } \frac{18{,}75}{9{,}0} = 2{,}08.$$

Versuch 8. Für diesen Versuch wurde *eine vollständig koncentrirte Lösung von Silbernitrat* benutzt. Der Strom war für jede Beobachtung eine Zeit von 3 Minuten geschlossen. Die Stromstärke = *tg* 44°36'.

A posit.	B posit.
— 7,0	— 6,5
— 7,0	— 7,0
— 7,3	— 6,0
— 8,1	— 6,2
Mittel — 7,35	Mittel — 6,43; also $\frac{a+b}{2} = -6{,}89$.

Diese vollständig koncentrirte Lösung gab also dasselbe Resultat wie die verdünnte. Dass die Ausschläge relativ gering waren, hatte offenbar seinen Grund darin, dass das Galvanometer bei diesem Versuche weniger empfindlich war als bei den früheren.

Versuch 9. Bei diesem Versuche wurde eine koncentrirte Lösung von Kupferacetat zwischen Polscheiben von reinem Kupfer angewendet. Der Strom war 2 Minuten geschlossen und die Stromstärke = *tg* 8°52'. Folgende Ausschläge wurden erhalten:

A posit.	B posit.
+ 10,5	+ 10,0
14,5	11,0
18,0	10,0
12,0	9,0
Mittel + 13,8	Mittel + 10,0; also $\frac{a+b}{2} = +11{,}9$.

Das Kupferacetat verhält sich also wie das Kupfersulfat, d. h. die elektromotorische Kraft zwischen Kupfer und Kupferacetat konsumirt weniger Wärme, als bei der Bildung des Kupfersalzes frei wird.

Versuch 10. Als Elektrolyt wurde eine koncentrirte Lösung von Cadmiumacetat zwischen Polplatten von reinem Cadmium benutzt. Der Strom war für jede Observation 2 Minuten geschlossen und die Stromstärke = *tg* 21°,0.

A posit.	B posit.
+ 20,5	+ 24,5
17,0	21,0
17,0	23,0
Mittel + 18,2	Mittel + 22,8; also $\frac{a+b}{2} = + 20{,}5$.

Das Resultat war also dasselbe wie für Kupfersulfat und Kupferacetat.

Versuch 11. Dieser Versuch wurde mit einer koncentrirten Lösung von Bleiacetat zwischen Polplatten von reinem Blei angestellt. Die Schlusszeit der Stromes war 2 Minuten und die Intensität desselben = *tg* 17°23′.

A posit.	B posit.
+ 4,0	+ 4,0
3,0	1,0
8,0	0,0
3,5	2,0
Mittel + 4,6	Mittel + 1,8; also $\frac{a+b}{2} = + 3{,}2$.

Die elektromotorische Kraft zwischen Blei und einer Lösung von Bleiacetat verbraucht für die Strombildung folglich weniger Wärme, als bei der Bildung des Bleiacetats erzeugt wird.

Wenn die elektromotorische Kraft zwischen Blei und Bleiacetat geringer ist, als der chemischen Verbindungswärme des Bleiacetats entspricht, so muss auch, wie BRAUN[1]) bewiesen hat, die elektromotorische Kraft zwischen Kupfer und Kupfersulfat, sowie zwischen Zink und Zinksulfat geringer sein, als der chemischen Verbindungswärme dieser Salze entspricht.

---

[1]) Wied. Ann. B. 16 S. 584 (1882).

Die Richtigkeit dieser Schlussfolgerung ist durch obenstehende Beobachtungen dargethan.

Versuch 12. Dieser Versuch wurde mit koncentrirter neutraler Lösung von Silberacetat zwischen Polplatten von reinem Silber gemacht. Der Strom war für jede Beobachtung 4 Minuten geschlossen, und die Stärke desselben = $tg\ 29°43'$.

Folgende Ausschläge wurden erhalten:

	A posit.	B posit.
	— 8,6	— 4,5
	— 8,0	— 5,4
	— 9,0	— 4,2
	— 8,5	— 5,0
Mittel	— 8,53	— 4,78; also $\frac{a+b}{2} = -6{,}66$.

Die elektromotorische Kraft zwischen Silber und Silberacetat konsumirt also, ebenso wie bei den andern untersuchten Silbersalzen, mehr Wärme, als von dem chemischen Processe freigemacht wird.

Nach HITTORF ist man nicht berechtigt anzunehmen, dass sich bei obigen Versuchen ausser Silber auch Wasserstoffgas am negativen Pol ausscheidet ¹). Es kann also zufolge der Zersetzung des Wassers keine wahrnehmbare Polarisation stattfinden. Aber auch dann, wenn der Strom nicht nur das Silbersalz sondern auch das Wasser zum Theil zersetzte, so dass eine grössere oder kleinere Polarisation entstände, verlieren obige Versuche gleichwohl Nichts an ihrer beweisenden Kraft. In diesem Falle ist die an der Anode stattfindende chemische Wärmeproduktion der Wärmekonsumtion an der Kathode nicht länger gleich; ebenso sind die elektromotorischen Kräfte an den beiden Polen nicht länger gleich gross. Wenn die Wärmeproduktion an der Anode, wie oben, mit $gi^2 + ki - ei$ ausgedrückt wird, so muss die Wärmeproduktion an der Kathode mit $gi^2 - k'i + e'i$, wo k' und e' andere Werthe haben als k und e, bezeichnet werden. Hiervon erhält man, auf dieselbe Weise wie bisher, für die Silbersalzen $(k + k')i - (e + e')i = -\frac{a+b}{f+f'}$, das heisst, die elektromotorischen Kräfte

---

¹) HITTORF, Pogg. Ann. B. 89 S. 207.

konsumiren eine grössere Wärmemenge, als die chemischen Processe hervorbringen.

Wie oben gesagt worden, hat **Braun** bei seiner späteren Untersuchung zwei Kombinationen (Silber, Jod und Kohle und Cadmium Jod und Kohle) angetroffen, bei denen die elektromotorische Kraft grösser war als diejenige, welche der Verbindungswärme der chemischen Processe entsprach; was seiner Meinung nach darauf hindeutet, dass die Verbindungswärme zwischen Silber und Jod und zwischen Cadmium und Jod berechnet werden muss, als befände sich das Jod in gasförmigem Zustande. Bei einer solchen Berechnungsweise fällt die chemische Verbindungswärme höher aus, als es den elektromotorischen Kräften entspricht. Durch diese Annahme würden also diese Kombinationen von den übrigen von ihm untersuchten Konbinationen keine Ausnahme machen. Da es aber schwer, wenn nicht gar unmöglich, sein dürfte, für die angeführte Berechnungsweise einen gültigen Grund zu finden, so ist es höchst wahrscheinlich, dass sich die fraglichen Kombinationen wirklich wie die oben angeführten Silbersalze verhalten und in der That eine Ausnahme von den übrigen bilden.

Die Wärmemenge, welche die elektromotorische Kraft für die Strombildung über die Wärme hinaus nöthig hat, welche die chemischen Processe liefern, wird den umgebenden Körpern entnommen, wodurch die Temperatur derselben herabgesetzt wird. Wenn sich die Temperatur dieser Körper auf dem absoluten Nullpunkte befände, und sie daher ausser Stande wären, Wärme abzugeben, so dürfte die elektromotorische Kraft geringer ausfallen, als bei einem höheren Wärmegrade der Fall ist. Die ganze Wirksamkeit der elektromotorischen Kräfte scheint also in Nichts anderem zu bestehen, als dass sie die oscillatorische Bewegung des Aethers in eine translatorische verwandelt.

BIHANG TILL K. SVENSKA VET.-AKAD. HANDLINGAR. Band. 8. N:o 2.

OM BRÖDERNA ZENOS RESOR

OCH

DE ÄLDSTA KARTOR ÖFVER NORDEN.

TAL VID PRESIDIETS NEDLÄGGANDE I K. VETENSKAPS-AKADEMIEN
DEN 12 APRIL 1882

AF

A. E. NORDENSKIÖLD.

MED CLAUDII CLAVI KARTA OCH BESKRIFNING ÖFVER NORDEN, I FACSIMILE.

STOCKHOLM, 1883.
KONGL. BOKTRYCKERIET.
P. A. NORSTEDT & SÖNER.

Under det jag utarbetade den historik öfver nordostfärderna, som förekommer i »Vegas färd kring Asien och Europa», blef min uppmärksamhet fästad derpå, att några forskare sökt visa, det bröderna ZENOS mångomtalta sjöfärder icke gält länderna vester om Atlanten utan landen öster ut — Hvitahafskusten, Bjarmland m. m. — och att Zenierna derför bort nämnas bland nordostfarare näst efter Othere. Detta gaf anledning till nedanstående, så vidt möjligt varit, på originalkällor grundade studie, hvilken dock icke kunnat intagas i berättelsen om Vegas färd, dels för bristande utrymme, dels derför att det resultat, till hvilket jag kommit, var fullkomligt stridande mot påståendet, att bröderna Zeno borde inregistreras i nordostfararnes led.

År 1558 utkom hos FRANCESCO MARCOLINI i Venedig ett litet arbete i 12:o under titel:

De i commentarii del Viaggio in Persia di M. Caterino Zeno il K... et dello scoprimento dell' Isole Frislanda, Eslanda, Engrouelanda, Estotilanda, & Icaria, fatto sotto il Polo Artico, da due fratelli Zeni, M. Nicolò il K. e M. Antonio... con un disegno particolare di tutte le dette parte di Tramontana da lor scoperte. In Venetia per Francesco Marcolini MDLVIII.

Detta arbetes senare del, hvilken länge haft ett stort inflytande på kartografernas teckning af kustländerna kring Atlantiska oceanens norra del, bildar såsom bekant en ytterst märkvärdig, men ännu i dag i mer än ett hänseende olöst geografisk gåta. Försök till frågans utredande hafva dock icke saknats. Tvärt om, få geografiska spörsmål hafva varit föremål för monografier så talrika och af så framstående forskare som detta, utan att dock härigenom någon enighet vunnits: G. Mercator (1595), J. de Laët (1643), G. Hornius (1652), J. F. Stüven (1714), Charlevoix (1744), Washington Irving (1828), amiral C. C. Zahrtmann (1833), O. F. Peschel (1858)[1] m. fl. hafva sökt visa, att hela berättelsen är mer eller mindre uppdiktad i afsigt att för venetianerna göra anspråk på äran af Amerikas upptäckt; hvaremot G. Ruscelli (1561), J. Moletius (1562), utgifvaren af sista delen af Ramusio (1583), Abr. Orthelius (1575), R. Hakluyt (1600), Forster (1784), Buache (1784), Pl. Zurla (1808), J. Barrow (1818), Alex. von Humboldt (1837), J. H. Bredsdorff (1845), Lelevel (1852), P. Gaffarel (1869), R. H. Major (1873), G. Gravier (1874), Vivien de S:t Martin m. fl. anse Zenos reseberättelse i sina hufvuddrag — d. v. s. i hänseende till de venetianska brödernas besök å Grönland — vara sann och söka, ehuru på olika sätt, förklara bort de svårigheter, som möta för denna uppfattning. Slutligen har helt nyligen dansken Fr. Krarup sökt visa, att Zenierna under sina resor besökt vestra Slesvig, Orknejöarna och norra Ryssland, ej Färöarna, Island, Grönland och Amerika.

Då jag nu går att lemna ett nytt bidrag till denna redan förut ytterligt rika literatur, så sker det emedan jag tror mig hafva kommit till åtskilliga märkliga slutsatser, hvilka icke blifvit med tillräckligt eftertryck framhållna af mina föregångare. Det förefaller mig nämligen, som om man, oberoende af den större eller mindre trovärdighet som tillmätes sjelfva berättelsen, kunde ur det af Marcolini tryckta arbetet framdraga fullgoda bevis ej allenast derför, att fartyg under 14:de seklet tillfälligtvis landdrifvits till Grönland, utan äfven derför, att en vida lifligare sjöfart, än man vanligen föreställer sig, intill början af 1400-talet egt rum på Grönland och närbelägna delar af Amerika. Ett noggrant studium af Zenos karta och af trenne andra kartor från femtonde århundradet visar dessutom att man ännu har i behåll fyra olika, på nordiska källor grundade præ-columbiska kartor öfver nordvestra delen af den nya verld, som år 1492 af Columbus öppnades för Europas folk.

---

[1] De fullständiga titlarna på de fleste af desse författares arbeten återgifvas af Paul Barron Watson uti Bibliography of the Pre-Columbian discoveries of America (The Library Journal, Vol. 6, N:o 8. Boston 1881). Här lemnas en mycket förtjenstfull förteckning på 69 särskilda uppsatser om Zeniernas resor, jemte en kort uppgift om författarnes åsigt i frågan. Dock är förteckningen hvarken fullständig eller fullkomligt felfri. Bland äldre hithörande arbeten saknas t. ex. Ruscellis upplaga af Ptolemæus, Venedig 1561, äfvenså Moletii upplaga af samme författare, Venedig 1562, båda vigtiga originalkällor; vidare Megiser, Septentrio Novantiquus, Leipzip 1613; R. Capel, Norden, Hamburg 1678; F. M., Neuentdecktes Norden, Frankfurt & Leipzig 1727, m. fl. Bland oriktigheterna må nämnas, att Ramusio, som dog redan 1557, sjelf icke kan hafva haft något att skaffa med intagandet af berättelsen om Zeniernas resor i den 1583 tryckta tredje delen af hans bekanta samling af resebeskrifningar. Vidare må anmärkas, att i 1589 års upplaga af Hakluyt finnes Zeniernas resa ej intagen. Den behöriga skilnaden göres ej heller mellan de tvenne nästan samtidiga olika editionerna af den vigtiga kartan, nämligen Marcolinis af 1558 och Valgrisis (i ofvan anförda upplagor af Ptolemæus) af 1561 och 1562.

Men innan jag framställer skälen härför, skall jag, för att bereda mina läsare den fasta utgångspunkt, som är nödig för en sjelfständig uppfattning af frågan, meddela en trogen öfversättning af den korta originalreseberättelsen, jemte ett facsimile af den märkliga karta, som åtföljer densamma. Reseberättelsen [1]) lyder i svensk öfversättning som följer:

Om upptäckten af öarna Frislanda, Eslanda, Engroueland, Estotilanda & Icaria, gjord af två bröder Zeni, riddaren Nicolò och M. Antonio.

En bok med en karta af dessa öar.

År ett tusen två hundra efter Kristi födelse var M. Marin Zeno mycket berömd i Venedig. Han kallades för sin stora dygd och begåfning till podestà öfver åtskilliga italienska republiker, och skötte sig vid deras styrande alltid så väl, att hans namn blef älskadt och högt värderadt äfven bland dem, som aldrig känt honom personligen. Bland andra vackra handlingar af honom omnämnes särskildt, att han stillade åtskilliga allvarliga inbördes stridigheter bland Veroneserna, hvilka helt säkert gifvit upphof till krig, om ej hans utomordentliga nit och rådighet hindrat utbrottet. Af honom föddes M. Pietro, som var fader till hertig Rinieri. Då denne dog utan att efterlemna några söner, utsåg han till arfvinge M. Andrea, son till hans broder M. Marco. Denne M. Andrea var en generalkapten och prokurator af mycket stort anseende för sina många utmärkta egenskaper. Hans son var M. Rinieri, berömd senator och flere gånger medlem af rådet, och af denne föddes M. Pietro, generalkapten i kriget mellan de kristna och turkarne, kallad Dragone, emedan han förde på sin sköld en drake i stället för en slaga, som han förut fört. Denne var fader till M. Carlo den store, berömd prokurator och generalkapten mot genueserna i det farliga krig, under hvilket nästan alla Europas förnämsta furstar förenade sig mot vår frihet och makt, och i hvilket han, lik en annan Furius Camillus, genom sitt mod befriade fäderneslandet från en öfverhängande fara, att blifva sina fienders byte. Härigenom förvärfvade han tillnamnet Lejonet, hvilket han till evigt minne af sin tapperhet bar tecknadt på skölden. Bröder till M. Carlo voro M. Nicolò, riddaren, och M. Antonio, fader till M. Dragone, af hvilken föddes M. Caterino, som var far till M. Pietro, fader till en annan M. Caterino, som dog sistlidet år; fader till Nicol, som ännu lefver.

---

[1]) Det ifrågavarande arbetet grundar sig på meddelanden af N. ZENO d. y., en ättling af Antonio Zeno och samtida till bokens utgifvare. Francesco Marcolini. Det är indeladt i 3 böcker. af hvilka de två första handla om M. Caterino Zenos resa till Persien. den tredje (blad 45—58) om resan mot norden. Det är denna sistnämnda. som här meddelas i öfversättning. Sid. 44 upptages af familjen Zenos genealogi, hvilken jag utelemnat.

Efter ofvannämnda krig vid Chioggia med genueserna, hvilket gaf så mycket att göra åt våra förfäder, betogs riddaren M. Nicolò, såsom en högsinnad man, af mycket stor lust att resa och se verlden och göra sig bekant med seder och språk hos olika folkslag, på det att han framdeles, då tillfälle erbjöde sig, måtte blifva bättre i tillfälle att gagna sitt fädernesland samt för sig förvärfva rykte och heder. Sedan han derför byggt och utrustat ett fartyg med sina enskilda rikedomar, hvilka voro mycket betydliga, lemnade han våra egna farvatten och seglade, efter att hafva passerat Gibraltarsundet, några dagar på Oceanen, alltid styrande mot norr i afsigt att nå England och Flandern. Men här råkade han ut för en häftig storm och dref under många dagar omkring för sjö och vind, utan att veta hvar han var. Slutligen upptäckte han land och strandade, oförmögen att längre styra mot den våldsamma stormen, på ön Frislanda. Han bergade manskapet samt en stor del af fartygets last, och detta hände år ett tusen tre hundra åttio. [1])

Här samlade sig nu beväpnade invånare i stora skaror och anföllo M. Nicolò och hans folk, hvilka icke visste i hvilken del af verlden de befunno sig och voro utmattade af de utståndna mödorna. De voro följaktligen ur stånd, så väl att göra det ringaste anfall, som att käckt försvara sig, såsom höfdes mot sådana motståndare, och det hade säkert gått dem illa, om ej lyckan fogat, att en furste med beväpnadt manskap funnits i trakten. Då denne fått veta, att ett stort fartyg förlist på ön, skyndade han fram åt skriket och oväsendet, som tillstäldes mot våra stackars sjömän, och sedan han jagat bort infödingarne, tilltalade han sjömännen på latin och frågade hvad slags folk de voro och hvarifrån de kommo. Då han fått veta, att de kommo från Italien och voro män från samma land, blef han mycket glad. Derpå tog han dem alla i sin tjenst, förklarande åt hvar och en, att de icke skulle utsättas för något obehag, och att de kommit till ett ställe, der de skulle blifva utmärkt väl behandlade och gerna sedda. Han var en stor höfding, som egde några öar, som kallades Porlanda, belägna mot söder (?) ej långt från Frislanda, de rikaste och bäst befolkade i dessa trakter, och kallade sig ZICHMNI.[1] Och utom dessa små öar egde han af landbesittningar[2] furstendömet Sorant,[3] beläget mot skotska sidan. Det har synts mig nyttigt att meddela en kopia af det sjökort öfver dessa nordliga trakter, hvilket ännu finnes bland gamla saker i huset. Oaktadt det är murket och många år gammalt, har kopian lyckats mig ganska väl, och för dem, som intressera sig för dessa saker, kan den tjena till en ledstjerna att förstå hvad som utan densamma blir svårare att fatta.

---

[1]) Man kan bevisa, att Nicolò Zeno d. ä. ännu i november 1388 var i Italien, med anledning hvaraf antagligt är, att här bör stå 1390 i stället för 1380. (P. ZURLA, Dissertatione intorno ai viaggi e scoperte settentrionali de Nicolò ed Antonio Fratelli Zeni, Venezia 1808, s. 42).

Med sådana tillgångar, som omtalats, var Zichmni en krigisk och modig man och framför allt berömd för sjöbedrifter. Då han det föregående året besegrat Norges konung, hvilken var öfverherre öfver ön, och då han var en man som önskade göra sig än mer berömd genom krigsbedrifter, än han redan var, hade han med sitt folk landstigit för att eröfra och bemäktiga sig Frislanda, hvilket är en ö, mycket större än Irlanda.[4] När han nu såg, att M. Nicolò var en förståndig man och mycket förfaren som sjöman och krigare, anmodade han honom att gå om bord på flottan med alla de sina, samt befalde kaptenen att hedra honom och i allt begagna sig af hans råd, emedan han var en man genom långvarig öfning väl förfaren i sjömanskap och krigskonst. Zichmnis flotta bestod af tretton farkoster, af hvilka endast tvenne voro roddbåtar, en ett skepp, de öfriga skutor. Med dessa seglade de mot vester och bemägtigade sig med föga svårighet Ledouo och Ilofe samt några andra holmar, belägna i en bugt kallad Sudero, hvarest de i en hamn på landet Sanestol togo några fartyg lastade med salt fisk. Sedan de här träffat Zichmni, som med landthären hade bemäktigat sig hela landet, dröjde de der endast en kort tid, hvarpå de seglade än längre mot vester till en annan udde i bugten, hvilken åter kringseglades, hvarpå de kommo till åtskilliga öar och land, som alla bragtes under Zichmnis välde. Det haf, der de nu seglade fram, var så fullt af blindskär och klippor, att till följd af den ringa öfning, som Zichmnis folk hade i jemförelse med de våra, hvilka voro så att säga födda, uppvuxna och åldrade i sjömanskap, hela flottan enligt allas medgifvande varit förlorad, om den ej haft M. Nicolò och hans sjömän till lotsar.

---

[1] Namnet skrifves af Ruscelli ZICHINI. af Moletius ZICHMNUS.

[2] Att på detta ställe öfversätta »fra terra» med »på fastlandet» är helt säkert oriktigt och mycket vilseledande.

[3] I texten står Sorano. men detta finnes i tryckfelsförteckningen ändradt till *Sorant*. Märkligt är det af föregående kommentatorer förbisedda. i den italienska texten förekommande frågetecknet efter uppgiften om Porlandas läge. hvilket angifver. att en otydlighet här förekommit i den Zenoska urkunden. och ger en nyckel till förklarande af de svårigheter. som här möta. att förlika karta och text (jemför R. H. MAJOR. The Voyages of Nicolo & Antonio Zeno. London. Hakluyt Society, 1873).

[4] Helt sakert. såsom mr. Major förmodar. misskrifning eller feltryck i stället för »Island» = Shetland.

Nu, sedan flottan utfört hvad här omtalats, beslöt kaptenen, på Nicolòs inrådan, att landstiga vid ett ställe kalladt Bondendon, för att höra med hvad framgång Zichmnis företag aflupit. Här förnummo de till sin stora glädje, att han levererat en stor batalj och krossat den fiendtliga krigshären. Till följd af denna seger sände hela ön honom bud om underkastelse och höjde hans fälttecken öfver alla städer och befästade platser. Detta förmådde dem att dröja på detta ställe till Zichmnis ankomst, öfvertygade som de voro, att han snart borde vara der.

Då han kom, firades stora glädjefester med anledning af segern så väl till lands som sjös. För denna senare blefvo venetianerna af alla så hedrade och firade, att man ej hörde talas om annat än om dem och om M. Nicolòs tapperhet. Fursten, som högt värderade modige män, i synnerhet om de utmärkt sig till sjös, lät med anledning häraf kalla M. Nicolò till sig och, efter att hafva prisat honom med många högstämda ord och berömt hans stora nit och insigt, af hvilka två egenskaper fursten medgaf sig hafva dragit en mycket stor och ovärderlig fördel, nämligen räddningen af flottan och förvärfvandet, utan något vidare besvär, af så många platser, utnämnde han honom till riddare och hedrade alla af hans folk med mycket rika skänker. Sedan lemnade de detta ställe och färdades med anledning af den vunna segern som triumfatorer med ens till Frislanda, öns hufvudstad, belägen på sydöstra sidan innanför en af de många bugter, som finnas på denna ö. I denna fångas en sådan mängd fisk, att många skepp lastas dermed för Flandern, Bretagne, England, Skotland, Norge och Danmark. Häraf hemta de stora rikedomar.

Ofvanstående underrättelser meddelar M. Nicolò i ett bref till sin broder M. Antonio, i hvilket han ber honom, att han måtte komma med något fartyg att söka upp honom. Då denne ej var mindre begärlig än brodern att se verlden och lära känna skilda folk, för att vinna beröm och blifva en stor man, köpte han ett fartyg och kom, styrande den angifna vägen, efter en lång färd och många utståndna faror frisk och sund till M. Nicolò, hvilken mottog honom med stor glädje, emedan han var ej allenast en broder, utan ock en broder i mannamod.

M. Antonio slog sig ned i Frislanda och bodde der fjorton år, fyra med M. Nicolò, tio ensam. Sedan de här kommit i sådan nåd och gunst hos fursten, att denne, för att hedra dem och framför allt emedan han högt uppskattade deras duglighet, utnämnt M. Nicolò till kapten för flottan, gjorde han, väl utrustad till strid, ett anfall mot Estlanda, hvilket är beläget ett stycke från kusten mellan Frislanda och Norge. Här gjorde de stor skada, men då de erforo, att Norges konung med en stor flotta kom mot dem för att slå tillbaka detta anfall, seglade de bort under en så förfärlig storm, att de kastades mot några grund och förlorade en stor del af fartygen. De öfverblifna räddade sig under Grislanda, en stor men obebodd ö. Äfven den norske konungens flotta råkade ut för samma storm, förliste och blef alldeles förstörd i detta haf. När Zichmni fått veta detta genom ett fiendtligt fartyg, som tillfälligtvis kastats mot Grislanda, och då han redan iståndsatt sin flotta och befann sig i granskapet af öarna norr ut, beslöt han att anfalla hufvudön (Islanda),[1] hvilken liksom de öfriga tillhörde konungen af Norge. Men han fann den så väl befäst och försvarad, att han, då han endast hade en obetydlig flotta och äfven den illa bemannad och i mycket dåligt skick, blef tillbakaslagen. Han nödgades sålunda afstå från detta företag, utan att hafva uträttat något, men anföll i de samma farvattnen några andra öar, kallade Islande, sju till antalet, nämligen: Talas, Broas, Iscant, Trans, Mimant, Damberc och Bres, och sedan han plundrat dem alla, byggde han en fästning på Bres, i hvilken han lemnade M. Nicolò med några farkoster, folk och förråd. Sjelf ansåg han sig hafva gjort nog med den ringa flotta, som var öfrig, och återvände lyckligt till Frislanda.

---

[1] Såsom mr Major visat, menas med »Islanda» tydligen hufvudön och ej. såsom sjelfva första utgifvaren af resebeskrifningen, Nicolò d. y. förmodat, Island. Beklagligen har Nicolò d. y. låtit sitt misstag förleda sig till åtskilliga förändringar på kartan, hvilka föranledt mycket missförstånd och kanske varit en af hufvudorsakerna till de tvifvel, som framkastats rörande hela reseberättelsens tillförlitlighet.

M. Nicolò qvarblef i Bres. Han beslöt följande år att segla ut för att upptäcka land. Sedan han derför utrustat tre icke synnerligen stora fartyg, seglade han i juli månad mot norden och kom till Engroueland, hvarest han fann ett munkkloster af predikarorden och en kyrka helgad St. Thomas vid ett berg, som utstöter rök som Vesuvius och Etna. Der finnes en källa med hett vatten, medelst hvilket de uppvärma kyrkan och brödernas boningar. Det kommer till köket så kokhett, att de använda det vid matlagning utan tillhjelp af någon annan eld; då brödet sättes utan vatten i koppargrytor, gräddas det som i en väl uppvärmd ugn. Der finnas små trädgårdar, täckta om vintern, hvilka genom inledning af detta vatten skyddas mot snön och kölden, hvilken i dessa långt mot polen belägna trakter är ytterst sträng; på sådant sätt odla de blommor och frukter och mångahanda örter, alldeles så som i tempererade trakter under den rätta årstiden. De råa och vilda folkslagen i dessa trakter, som se dessa märkvärdiga saker, anse derför munkarne för gudar, bringa dem höns, kött och andra gåfvor och hålla dem som herrar i synnerlig aktning och vördnad. På detta sätt uppvärma dessa munkar, då stark frost och snö råder, sina boningar, och de kunna i ett ögonblick uppvärma och afkyla ett rum genom att släppa in mer vatten eller genom att öppna ett fönster och låta årstidens köld inränga. För klostrets byggningar begagna de intet annat ämne än det, som vulkanen lemnar dem. De taga de glödande stenar, hvilka som gnistor utkastas från mynningen af bergets glödhärd, och, medan de äro som hetast, öfvergjuta de dem med vatten, hvarigenom de falla sönder och bilda en bitumen eller kalk, hvilken är ytterst hvit, mycket hållfast och vid förvaring i källare aldrig förderfvas. Likartade från vulkanen utkastade stenar kunna såsom afsvalnade begagnas till sten för murar och hvalf, ty när de en gång svalnat, kunna de ej sönderslås och brytas annat än med redskap af jern, och de hvalf, som uppföras med dessa stenar, bibehålla sig ständigt vackra och oskadade samt äro så lätta, att något särskildt hvalfstöd ej behöfves.

Till följd af dessa gynsamma förhållanden hafva de gode fäderna uppfört så många boningshus och byggnader, att det är förvånande att se. De flesta tak, som finnas derstädes, äro gjorda på det sätt, att sedan muren är uppförd till sin bestämda höjd, draga de den, medan de uppföra hvalfvet, småningom tillsamman, till dess midten bildar ett lagom regntak. Men för regn fruktar man i dessa trakter ej synnerligen; ty då det, såsom sagdt, är ytterst kallt vid polen, så smälter den snö, som en gång fallit, ej förr än nio månader af året förflutit, ty så länge varar vintern hos dem. De lefva af vildt och fisk, ty der, hvarest det varma vattnet faller ut i hafvet, finnes en rymlig och stor hamn, som för det varma vattnets skull aldrig fryser om vintern. Der samlas med anledning häraf en sådan mängd hafsfogel och fisk, att man deraf fångar en nästan oändlig mängd. Härmed underhålles en stor befolkning i granskapet, hvilken de ständigt hålla i arbete dels med uppförande af byggnader, dels med fångst af fogel och fisk och med tusen andra göromål för klostrets räkning. Deras hus äro belägna vid berget; de äro alla runda, tjugufem fot i genomskärning och upptill afsmalnande på det sätt, att öfverst lemnas en liten öppning, hvarigenom den dager intränger, som lemnar ljus åt boningen; jorden under är så varm, att någon köld ej kännes inom hus. Om sommaren komma hit många fartyg från angränsande öar, från udden ofvan om Norge, från Treadon,[1]) och de föra till munkarne allt hvad man kan önska, och de byta sig i stället till fisk, som man torkar i luften eller i kölden, och till hudar af olika slags djur. På detta sätt förvärfva munkarne sig ved till bränsle, utmärkt arbetadt virke, säd och tyg till kläder. Säkra om att de två sistnämnda varorna utgöra efterlängtade handelsartiklar i hela den omgifvande trakten, förskaffa de sig utan besvär och möda allt hvad önskas kan. I detta kloster samlas munkar från Norge, Sverige och andra land, men de flesta äro från öarna. Och i denna hamn finnas alltid många fartyg, som, medan hafvet är tillfruset, ej kunna segla bort, utan invänta följande seglationstid för att komma loss. Fiskarenas båtar äro af samma form som de skottspolar, hvilka väfvare begagna, och byggas på så sätt, att, sedan skinnet tagits af en fisk,[1] spännes det ut öfver en benstomme af samma djur och sammansys merendels i dubbelt lag, hvarigenom man erhåller en så god och säker farkost, att det sannerligen är underbart att se. I storm innesluta de sig i båten och låta föra sig af vågen och vinden öfver hafvet, utan någon fruktan att förlisa eller drunkna, och då de angöra land, kunna de utan skada utstå många stötar. De hafva i bottnen af båten en långsträckt säck, som är bunden i midten, och då vatten intränger i farkosten, taga de det i den ena hälften af säcken, som tillslutes upptill med tvenne träbitar, och låta vattnet rinna ut genom att öppna bandet nedtill, och så ofta det behöfves, göra de det utan någon svårighet eller fara.[2])

---

[1]) Trondhjem.

Då vidare klostrets vatten är svafvelhaltigt, leda de det in i de förnämligare invånarnes rum i kärl af koppar, tenn eller sten, hvilka blifva så heta, att de värma upp stugan som badstuga, utan afgifvande af någon stank eller obehaglig lukt. Dessutom leda de friskt vatten i en murad ränna belägen under jorden, så att det ej kan frysa, till midten af gården, der det får flyta ut i ett stort kopparkärl, hvilket står midt uti en kokande källa. Sålunda uppvärma de vattnet till dryck och vattning af trädgårdarne, och de draga så mycken fördel af berget, att något mer ej kan önskas. Med större ifver än för något annat egna sig de gode fäderna åt en omsorgsfull skötsel af sina trädgårdar och åt uppförande af ståtliga och vackra samt framför allt beqväma boningshus. Ej heller felas dem för detta ändamål kunnige män och flitige arbetare, ty de betala rundligt och lemna rika skänker. I synnerhet äro de gränslöst frikostiga mot dem, som bringa frukter och frön. Allt detta gör, att här finnes stort tillopp af handtverkare och arbetare, emedan desse förtjena bra och lefva godt. De fleste af munkarne begagna latinska språket, i synnerhet de förnämligare och högre uppsatte i klostret.

---

[1]) Härmed menas säl eller hvalross.

[2]) Denna högst märkliga beskrifning af grönländarnes kajaker synes hafva varit bekant för Olaus Magnus, att döma af hvad han säger om grönländarnes farkoster i nedan anförda, år 1539 i Venedig tryckta arbete. »Opera breve etc.» (italienska uppl. fol. 3.)

Allt som man känner om Engroueland utgöres af hvad M. Nicolò här ofvan meddelat, hvarjemte han beskrifver den af honom upptäckta fjorden, såsom man kan se på den af mig förfärdigade kartan. Men föga van vid den stränga kölden, insjuknade han slutligen och dog kort efter att hafva återvändt till Frislanda.

M. Antonio ärfde hans rikedomar och hedersposter, men ehuru han försökte på mångahanda sätt och ifrigt bönföll och bad derom, kunde han aldrig erhålla tillstånd att återvända hem. Ty Zichmni, som var en företagsam och modig man, hade föresatt sig att göra sig till herre öfver hafvet. Han ville använda M. Antonio för att sända honom med några farkoster mot vester, ty åt det hållet hade några af hans fiskare upptäckt mycket rika och väl befolkade öar. Denna upptäckt berättar M. Antonio i ett bref till sin broder Carlo på följande sätt, ordagrant på det när, att vi, med bibehållande af hufvudinnehållet, ändrat några gamla och urmodiga talesätt.

För tjugusex år sedan råkade några fiskarbåtar ut för en svår storm och drefvos redlösa omkring på hafvet under många dagar, ända tills de, då stormen lagt sig, upptäckte en ö, kallad Estotilanda, belägen mer än tusen mil vester ut från Frislanda. En af farkosterna förliste här, och dess sex man togos till fånga af infödingarne samt fördes till en mycket vacker och väl befolkad stad. Här lät stadens konung många tolkar komma, utan att finna någon annan, som förstod fiskarenas språk, än en latinare, som genom en likartad olyckshändelse blifvit kastad till ön. På konungens vägnar frågade han dem, hvilka de voro och hvarifrån de kommo. Han samlade svaren, och framförde dem till konungen, hvilken, då han tagit reda på förhållandena, önskade, att de skulle slå sig ned i landet. Då de ej kunde göra annorlunda, lydde de befallningen och dröjde fem år på ön. De lärde sig språket, och isynnerhet en af dem besökte olika delar af ön. Han sade, att den är mycket rik och öfverflödar på verldens goda, att den är föga mindre än Islanda, men mer fruktbar och har i midten ett högt berg, på hvilket de fyra floder upprinna, som bevattna landet. Invånarne äro kunnige och egna sig åt samma yrken som vi. Han tror, att de i forna tider haft förbindelse med oss, ty han säger sig i konungens boksamling hafva sett latinska böcker, hvilka ingen af dem numera förstod. De hafva ett eget språk och egna skriftecken och alla slags metaller, framför allt öfverflöd på guld. Deras handel sker på Engroueland, hvarifrån de hemta skinnvaror, svafvel och beck; [1]) och han säger, att mot söder finnes ett stort, folkrikt land, mycket rikt på guld. De så korn och bereda mjöd, d. v. s. en dryck, som de nordiska folken begagna såsom vi vin. De hafva skogar af ofantlig utsträckning, och de bygga hus med murar, och der finnas många städer och byar. De bereda båtar och segla med dem, men de använda icke magnetnålen och ej förstå de att finna norr med kompassen. Till följd häraf voro desse fiskare högt uppburna, så att konungen sände dem med tolf farkoster mot söder till ett land, som de kallade Drogio. Men under ditresan råkade de ut för en så svår storm, att de ansågo sig förlorade, och då de undgått denna grymma död, utsattes de i stället för den allra grymmaste. De fleste af dem blefvo nämligen, efter att hafva tillfångatagits, uppätna af vildarne, som åto menniskokött och ansågo det för en mycket smaklig föda. Men då denne fiskare med sina följeslagare lärde dem sättet att fånga fisk med nät, räddade han lifvet. Han fångade dagligen mycken fisk i hafvet och sötvattnen och skänkte den åt de förnämste. Härigenom tillvann han sig så mycken välvilja, att han blef afhållen, älskad och högaktad af hvar och en.

Då ryktet härom spridt sig till närboende folk, fick en grannhöfding så stor lust att hafva främlingen hos sig och se huru denne utöfvade sin beundransvärda konst att fånga fisk, att han började krig med den höfding, hos hvilken fiskaren vistades. Såsom mäktigare och bättre krigare segrade han till slut, och fiskaren sändes jemte de andra öfver till honom. Under de tretton år, som fiskaren vistades i dessa trakter, sade han, att han på detta sätt blifvit utlemnad till mer än fem och tjugu herrar, af hvilka den ene alltid började krig med den andre blott för att hafva honom hos sig. Ständigt flyttande och utan att någonsin för lång tid hafva en fast boningsplats, besökte han sålunda och lärde känna nästan hela landet. Han säger, att det var ett stort land, nästan som en ny verld, men folket är rått och lider brist på allt, ty de gå alla nakna, och ehuru de lida af grym köld, veta de ej att kläda sig med skinnet af de djur, de taga under jagten; de hafva intet slags metaller, lefva af jagt och begagna lansar af trä med tillspetsad ända och bågar med strängar af djurskinn. De äro mycket vilda, föra dödliga fejder sins emellan och äta hvarandra. De hafva höfdingar och bestämda lagar, mycket olika hos olika stammar. Men ju längre man framtränger mot sydvest, dess mer bildning finner man, till följd af det milda klimat, som der råder, så att der finnas städer och afgudatempel. Der offras menniskor, som spisas efteråt, och der känna de något till och begagna guld och silfver.

---

[1]) **Förmodligen tran.**

Sedan nu denne fiskare vistats så många år i dessa trakter, tänkte han på att om möjligt återvända till fäderneslandet. Men hans följeslagare, som misströstade att mera kunna få återse det, önskade honom lycklig resa och dröjde qvar. Sedan han sagt farväl åt dem, flydde han genom skogarna mot Drogio, och han blef väl mottagen och omhuldad af grannfursten, som kände honom och var en bitter fiende med den förre. Gående sålunda ur en höfdings hand till en annans af de samma, hos hvilka han varit förut, kom han efter en lång tid med många mödor och besvär slutligen till Drogio. Han bodde här tre år å rad, då han lyckades erfara af infödingarne, att tre farkoster kommit till kusten. Full af hopp att kunna utföra sin föresats, begaf han sig nu till kusten, och på frågan, från hvilket land de voro, hörde han till sin stora glädje, att de voro från Estolilanda. På sin begäran att få följa med, blef han med nöje mottagen, emedan han kände landets språk och ingen annan fans som förstod det, hvarför de begagnade honom som tolk. Han deltog sedan med dem i denna handelsresa, så att han blef mycket rik och kunde bygga och utrusta ett eget fartyg, med hvilket han återvände till Frislanda, medförande till fursten underrättelsen om upptäckten af detta mycket rika land. Allt detta och många andra nya saker, som han berättat, bekräfta och bestyrka sjömännen. För den skull har höfdingen beslutit att sända mig med en flotta till dessa trakter, och så många finnas, som vilja vara med för sakens nyhets skull, att jag förmodar vi skola utan kostnad från det allmänna blifva mycket manstarka.

Sådant är innehållet af det bref, jag (Nicolò Zeno d. y.) omtalat, och jag har meddelat det här, för att man må förstå en annan resa, som M. Antonio företog. Han reste bort med mycket folk och många fartyg, utan att dock blifva utnämnd till kapten, såsom först var påtänkt, emedan Zichmni sjelf ville vara med. Jag har om detta företag ett bref, hvilket lyder som följer:

Vår stora tillrustning för resan till Estotilanda började med ett dåligt förebud, emedan den fiskare, som skulle blifva vår vägvisare, dog just tre dagar före vår afresa. I alla fall afstod höfdingen icke från företaget, utan tog till vägvisare, i stället för den döde fiskaren, några sjömän, som med honom återvändt från ifrågavarande ö. Sålunda började vi att styra mot vester och upptäckte några öar hörande till Frislanda, och sedan vi kommit förbi några grund, kommo vi till Ledouo, hvarest vi dröjde sju dagar för att hvila oss och förse flottan med hvad nödigt var. Efter att hafva lemnat detta ställe kommo vi i början af juli till ön Ilofe, och som vinden fortfarande var med oss, fortsatte vi och seglade ut på öppna hafvet. Men kort derpå uppstod en så häftig storm, att vi åtta dagar å rad höllos i ständigt arbete, drifvande omkring utan att veta hvar vi voro och med förlust af en stor del af fartygen. Då stormen slutligen afstannat, samlade vi de skingrade fartygen, och seglande med god vind upptäckte vi land mot vester. Styrande i den riktningen kommo vi till en lugn och säker hamn och sågo, att en oändlig massa beväpnadt och stridsfärdigt folk ilat mot stranden för att försvara ön. Då Zichmni nu lät gifva tecken till fred åt de sina, utsände öboarne tio män, som kunde tio språk, af hvilka dock ingen annan kunde göra sig förstådd än en från Islanda. Då denne fördes inför vår höfding och tillfrågades af honom huru ön kallades, hvilka folk bebodde den och af hvem den beherrskades, sade han, att ön kallades Icaria, och att alla konungar, som hade herskat på den, kallade sig Icari efter den förste konungen, hvilken sades hafva varit son af Dedalo, konung öfver Skottland. Då denne bemäktigat sig ön, lemnade han der sin son som konung jemte de lagar, som öboarne ännu begagna, och då han derpå ville segla vidare, drunknade han under en svår storm. Till följd af hans död kallas hafvet ännu det Icariska och öboarnes konung Icari. Emedan de voro belåtna med det tillstånd, som Gud gifvit dem, ville de alldeles icke förändra sina seder eller mottaga några främmande. Derför bådo de vår höfding, att han icke skulle söka bryta de lagar, de erhållit såsom ett lyckligt minne af denne konung och sedan iakttagit. Detta kunde han för öfrigt ej göra utan att rusa mot en säker undergång, emedan de alla voro beredda att hellre offra lifvet än på något sätt bryta häremot. I alla fall, på det att det ej må förefalla, som om de undveko all samfärdsel med andra folk, förklarade tolken slutligen, att de gerna skulle mottaga en af oss och gifva honom en framstående ställning, och detta endast för att lära mitt språk och få reda på våra seder, på samma sätt som de redan mottagit de andra tio personerna, af tio olika folk, som kommit till ön. Till allt detta svarade vår höfding intet annat, än att han, sedan han efterfrågat hvar en god hamn fans, gaf tecken att lyfta ankar. Derpå seglade han med hela flottan för fulla segel rundt om ön till en hamn, som anvisats honom på dess östra sida. Här landstego sjömännen att intaga ved och vatten och det med största skyndsamhet af fruktan att blifva anfallna af öboarne. Deras fruktan var ej heller obefogad, ty de som bodde i det inre gåfvo tecken åt de öfriga med eld och rök, beväpnade sig, och, sedan grannarne förenat sig med dem, rusade de i sådant antal med vapen eller pilar öfver de våra på stranden, att många blefvo slagna och dödade. Och icke hjelpte det, att man gjorde fredstecken; deras raseri endast ökades, som om de stridt för allt hvad de egde och hade. Af denna orsak tvungna att lätta, seglade vi med en stor omväg kring ön, alltid följda på bergen och längs hafskusten af en oräknelig mängd beväpnade män. När vi sålunda kringseglat öns norra udde, kommo vi till vidsträckta grund, bland hvilka vi under tio dagar voro i ständig fara att förlora hela vår flotta. Men lyckligtvis var vädret hela tiden utmärkt vackert. Under seglingen vidare kommo vi slutligen till östra udden, alltjemt seende infödingarne ådagalägga samma fiendtliga sinnelag som förut och följa oss på bergsspetsarne och längs stranden med sitt skrikande och skjutande från långt håll. Vi beslöto derför att anlöpa en säker hamn och se till att ännu en gång få tala vid isländaren. Men vi misslyckades, ty folket stod, likt vilda djur, ständigt i vapen i afsigt att slå oss tillbaka om vi försökte landstiga. Då Zichmni sålunda såg, att han ej kunde uträtta något och att, om han framhärdade i sin föresats, lifsmedel kunde komma att tryta, lemnade han ön med god vind och seglade sex dagar mot vester. Då vinden derpå kastade om till sydvest och sjögången började att blifva svår, seglade han fyra dagar med vinden från aktern, hvarpå han ändtligen varsnade land. Vi nalkades detta med ej ringa fruktan, emedan sjön var hög och landet för oss okändt, men med Guds hjelp lade sig vinden, och det blef fullkomligt lugnt. Några af manskapet rodde i land, men återkommo snart och berättade till vår stora glädje, att de hade funnit landet ypperligt och hamnen än bättre. Till följd af denna underrättelse bogserade vi fartygen och farkosterna mot land, och sedan vi kommit in i en god hamn, sågo vi på långt håll ett stort berg, som utstötte rök. Detta gaf oss hopp att invånare skulle finnas på ön, och oaktadt berget var ganska aflägset, töfvade Zichmni ej att utsända hundra goda stridsmän för att rekognoscera landet och taga reda på hvad slags folk bebodde detsamma. Under tiden försedde sig flottan med vatten och ved, och man fångade en mängd fisk och hafsfogel, och der fans så mycket fogelägg, att det halft förhungrade folket åt sig mätt deraf.

Medan vi uppehöllo oss här, ingick juni månad, under hvilken tid luften på ön var mildare och ljufligare än man säga kan. Men då vi icke sågo till några menniskor, misstänkte vi, att detta vackra ställe var obebodt, och gåfvo åt hamnen och åt udden, som sköt ut i hafvet, namnen Trin och Capo di Trin. Krigsmännen återvände åtta dagar efter det de gått ut och berättade: att de gått öfver ön till kullen, och att röken kommer derifrån, ty de funno, att en stor eld fans vid dess fot; att der fanns en källa, från hvilken ett ämne liknande beck framqvälde och rann till hafvet; att mycket folk bodde der halfvilda och lefvande i grottor. De voro små till växten, mycket rädda, ty genast när de fingo se de våra, flydde de till grottorna. Der fans en stor flod och en god och säker hamn. Då Zichmni fått höra detta, och då han såg, att stället hade en sund och ren luft, ypperlig jordmån samt floder och andra fördelar, beslöt han att bebygga platsen och att der grundlägga en stad. Men hans manskap, som var trött af en resa så full af besvär, började att knota, sägande att de ville återvända hem, ty vintern nalkades, och om de läto den inträda, kunde de ej mer resa bort förr än följande sommar. Derför behöll han endast roddfartygen och dem af manskapet, som ville blifva qvar. Alla de öfriga återsände han med skeppen, och utnämnde mig mot min vilja till deras befälhafvare. Då jag icke kunde göra något annat, reste vi derför bort och seglade utan att någonsin se land tjugu dagar utan afbrott mot öster; sedan jag derefter hållit af mot sydost, upptäckte jag efter fem dagar land och fann mig hafva kommit till ön Neome. Då jag igenkänt landet, insåg jag, att jag seglat förbi Islanda. Här intog jag förfriskningar från öboarne, hvilka voro under Zichmnis välde, och seglade med god vind på tre dagar till Frislanda, hvarest folket, som, med anledning af den långa tid resan varat, trodde sig hafva förlorat sin furste, mottog oss med de största glädjebetygelser.

Efter detta bref finner jag intet annat än hvad jag gissningsvis antar, att man kan sluta från ett annat bref, hvars början jag här meddelar, nämligen att Zichmni anlade ett nybygge vid hamnen på den af honom upptäckta ön, och att han härifrån närmare utforskade landet och fjordarna på så väl den ena som den andra sidan af Engroueland. Detta ses nämligen särskildt afritadt på sjökortet, ehuru beskrifningen är förlorad. Början af brefvet lyder sålunda:

»Hvad beträffar edra frågor om menniskornas seder, om djuren och de angränsande landen, så har jag om allt detta författat en särskild bok, hvilken jag med Guds hjelp skall hemföra med mig. I denna har jag lemnat en beskrifning af landet, af dess vidunderliga fiskar, af sederna och lagarna i Frislanda, Islanda, Estlanda, konungariket Norge, Estotilanda och Drogio samt slutligen en skildring af min broder riddaren Nicolòs lefnad och de af honom gjorda upptäckter, äfvensom af händelserna på Grönland. Jag har äfven lemnat en beskrifning af Zichmnis lif och härnadståg — en furste så värd ett odödligt minne för stor tapperhet och godhet som någon annan på jorden — i hvilken det läses om upptäckten af hvardera sidan af Engroueland och om den af honom uppbyggda staden. Nu skrifver jag ej något vidare i detta bref, då jag hoppas snart vara med eder och att kunna muntligen förtälja om många andra saker.»

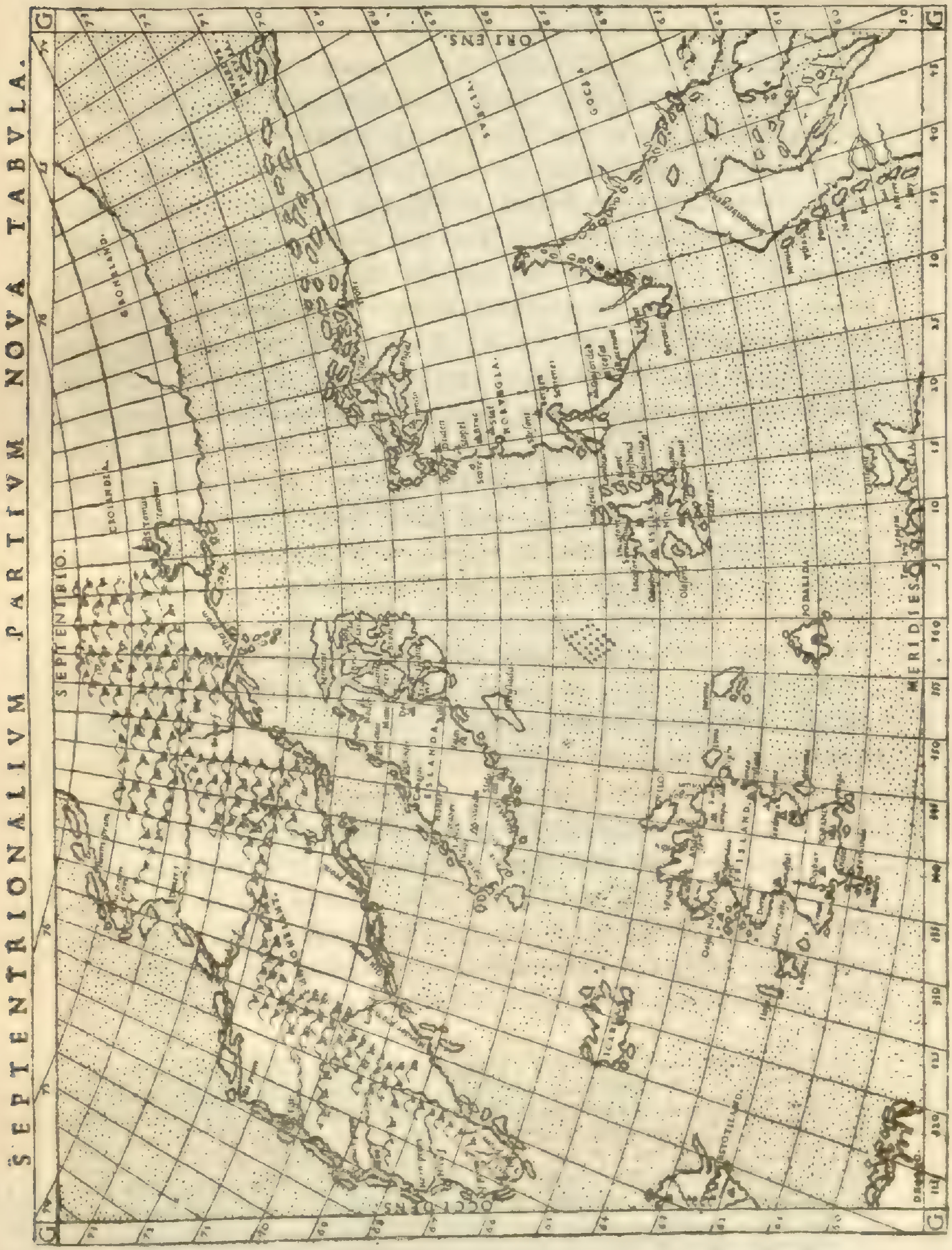
Alla dessa bref skrefvos af M. Antonio till M. Carlo, hans broder, men jag [Nicolò Zeno d. y.] beklagar, att sjelfva boken och många andra skrifter i samma ämne hafva på ett bedröfligt sätt blifvit förstörda, ty medan jag var gosse, kommo dessa papper i mina händer, och utan att förstå hvad det var, sönderref och förstörde jag allt sammans, såsom gossar pläga, hvilket jag nu icke utan den största smärta kan erinra mig. Men för att hvad jag minnes i dessa frågor icke må gå förloradt, har jag sammanstält det i ofvan meddelade berättelse, på det att det i någon mån måtte bereda tillfredsställelse åt vår tid, hvilken, tack vare de betydande upptäckterna af nya land i trakter der man minst skulle väntat att finna dem, mer än någon annan tid värderar nya berättelser om upptäckten af okända land, gjorda genom våra förfäders stora mod och företagsamhet.

Den bok, i hvilken ofvan meddelade resebeskrifning första gången offentliggjordes, är af utgifvaren, FRANCESCO MARCOLINI, tillegnad patriarken i Aquilegia Monsignor M. DANIEL BARBARO »per la fratelanza in amore che ha Vostra Reverendissi. Signoria col Magnifico M. NICOLÒ ZENO.» Ur denna tillegnan må här blott anföras, att Grönland med några få raders mellanrum är skrifvet dels *Engroueland* dels *Grolandia*, och att den i reseberättelsen förekommande skildringen af uppvärmningssättet för S:t Tomas' kloster särskildt framhålles såsom något synnerligen märkvärdigt. Jag anför det förra, emedan bokens tillegnan till en så framstående slägting af familjen Zeno som patriarken i Aquilegia gör det högst osannolikt, att ett rent falsarium här skulle föreligga, och det senare, emedan häraf framgår, att det så lifligt skildrade uppvärmningssättet för klostret i »Engroueland» vid tiden för bokens tryckning varit något alldeles nytt för Venedigs vidtberesta invånare. I sitt ofvan anförda arbete meddelar kardinal ZURLA (sid. 29), att bröderna Zenos resa mot norden och vistelse hos Zichmni (»Zicno Rè di Frislanda») redan korteligen omtalas af MARCO BARBARO i ett arbete, »Discendenze patrizie» af år 1536, beklagligen dock ej tryckt, utan handskrifvet. Någon kritisk granskning tyckes det ifrågavarande manuskriptet icke varit underkastadt, och man har derför icke någon säkerhet för, *att en inskjutning af just det ställe, hvarom här är fråga, egt rum efter tryckningen af Marcolinis bok.* I det af Zurla påpekade förhållandet ligger således ej något fullgiltigt bevis mot påståendet, att hela resan vore af utgifvaren diktad.

Deremot har man att tillgå verkliga originalmeddelanden om urkunderna till Zenos resor i tvenne af G. RUSCELLI och J. MOLETIUS utgifna öfversättningar af Ptolemæi kosmografi, tryckta i Venedig åren 1561 och 1562. I båda dessa arbeten sättes full tilltro till reseberättelsens sanningsenlighet och meddelas efter samma plåt en i koppar stucken kopia af Zenos karta, med den förändring[1]) att Grönland ej, såsom på originalkartan, i sin nordligaste del sammanhänger med Europa, utan skiljes från gamla verldens nordkust genom en bred oceanarm, hvars begränsning mot öster ej är angifven. Det förra arbetet innehåller vidare den uppgiften, att N. Zeno d. y. utsatt längd- och

---

[1]) Förändringen har troligen föranledts af HERBERSTEINS redan 1549 i Venedig utgifna, men af N. Zeno d. y. och Marcolini ej beaktade karta öfver Ryssland. En kopia af densamma finnes meddelad i »Vegafärden», 2:a delen. Denna andra förändrade upplaga af Zenos karta är af många kommentatorer, t. ex. af BUACHE och GRAVIER, förvexlad med den första.


SEPTENTRIONALIVM PARTIVM NOVA TABVLA.
ORIENS.
OCCIDENS.
SEPTENTRIO.
MERIDIES.
GRONLAND.
GROLANDIA.
SVECIA.
GOCIA.
NORVEGIA.
ISLANDA.
FRISLAND.
PODALIDA.
ICARIA.
ESTOTILAND.
DROGEO.
G

Zenos karta

ur: La geografia di CLAUDIO TOLOMEO Alessandrino, nouamente tradotta di Greco in Italiano da GIROLAMO RUSCELLI. Venetia 1561.

breddgrader på det af honom offentliggjorda gamla sjökortet. Upplysningen härom måtte utgifvaren hafva erhållit af N. Zeno

d. y. sjelf. Moletii upplaga af Ptolemæus är tillegnad kardinalen Aloysius Cornelius, en slägting till N. Zeno d. y., och det framgår af dedikationen, att Moletius varit personligen bekant med den sistnämnde. Moletius och Ruscelli, båda lärde och högt aktade män, måste derför anses som vitnen för tillvaron af de ifrågavarande familjeurkunderna och mot påståendet, att här helt enkelt skulle föreligga ett litterärt falsarium. Detsamma tyckes antydas af den omständigheten, att kartan, utan något inkast mot dess äkthet, upptages i åtskilliga andra under slutet af femtonhundratalet i Venedig utgifna upplagor af Ptolemæus.[1] I förbigående må här för öfrigt omnämnas, att det skälet, som anförts för tillvaron af ett dylikt falsarium, nämligen att Nicolò Zeno önskade för sin fädernestad och sin familj göra anspråk på äran af Amerikas upptäckt, icke är giltigt. Det är nämligen först långt senare, som en missförstådd italiensk patriotism sökt att i denna riktning tolka bröderna Zenos resor, hvilket för hvarje opartisk granskare måste förefalla så mycket besynnerligare, som dessa resor tvärt om, förutsatt att deras sanningsenlighet godkännes, lemna ett ytterligare bevis derför, att Skandinaviens folk långt före 1390 upptäckt och koloniserat ej allenast Grönland, utan ock de närbelägna delarne af Amerikas fasta land. Det är ock, såsom jag redan nämnt, just från denna synpunkt, som en riktig tolkning af de venetianska brödernas berättelser om Zichmnis fribytaretåg är af en så stor betydelse, ej allenast för geografien, utan äfven för etnografien.

Vid en kritisk behandling af Zeniernas resor har man att fästa sig dels vid sjelfva texten i arbetet, dels vid kartan. Här skall jag, i motsats mot mina föregångare, göra början med den sistnämnda. Medan nämligen vår kännedom om de små politiska förhållandena på slutet af trettonhundratalet i de trakter, som resan berör, är och ständigt torde blifva allt för osäker för att kunna tjena till en fast utgångspunkt för bedömande af be-

---

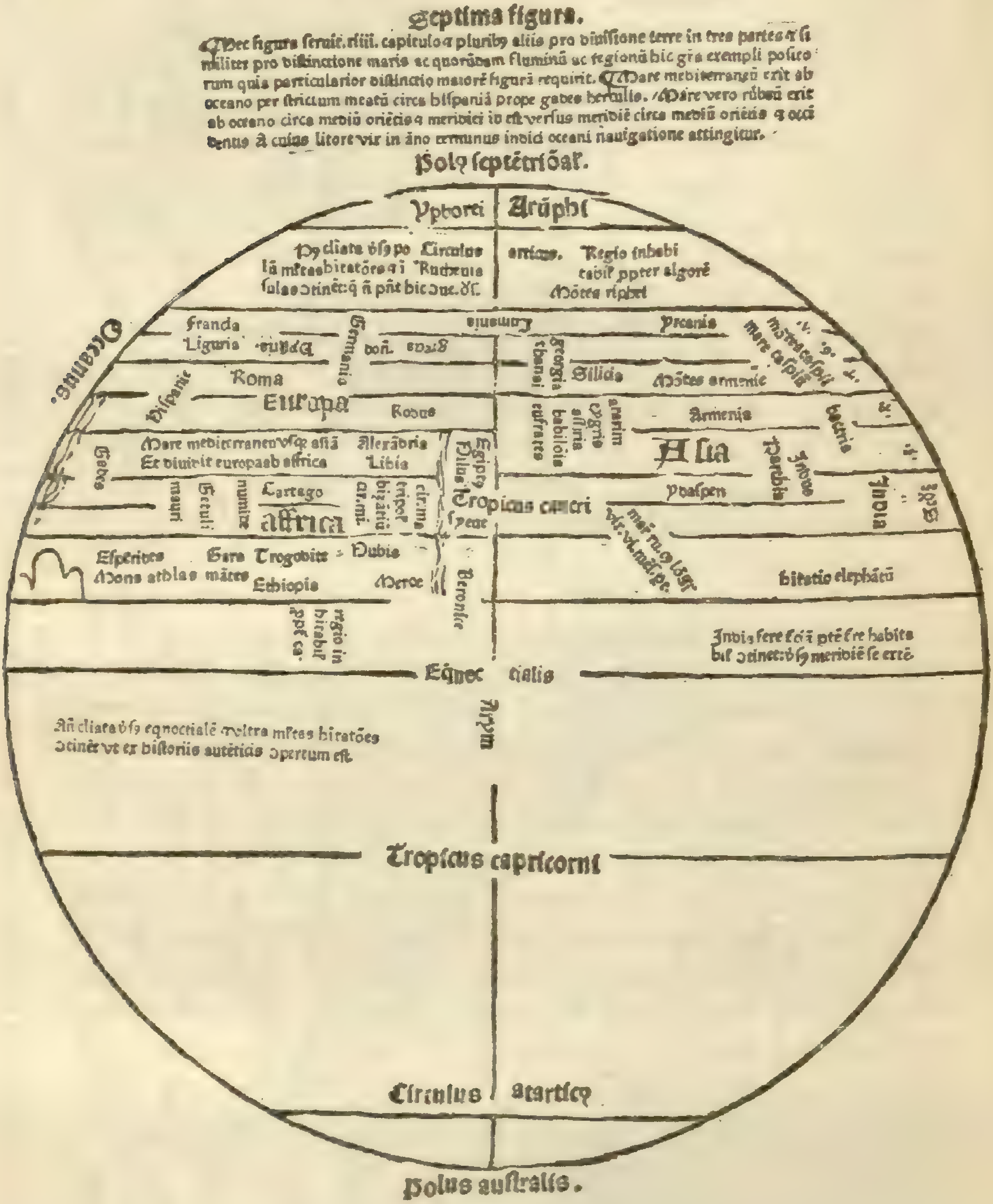
[1] Hvad Ditmar Blefkenius, en holländare, som 1563 skall hafva rest till Island och Grönland, säger sig hafva hört af en grönländsk munk om St. Tomas kloster är deremot sannolikt lånadt från Marcolinis bok. Blefkenii med fabler och uppenbara lögner öfverfylda reseberättelse trycktes första gången i Leiden år 1607 och är sedan ofta omtryckt på olika språk, dels särskildt, dels i samlingar af resebeskrifningar af Purchas, Megiser, Capel, van der Aa m. fl. Åtskilliga drastiska skildringar visa, att den ej kan vara helt och hållet diktad, om ock författaren eller utgifvaren sökt att göra den torra skildringen mera intressant genom upptagande af skepparlögner och berättelser ur andra böcker. Sjelfva skildringen af den grönländske munken kan svårligen vara en fullständig frihandsteckning.

EVROP: IIII TAB:
30
32
34
36
38
40
42
44
46
48
50
52
c
d
e
f
g
a
b
58
56
OCEANVS
Alociæ insulę tres
Cimbri nesus
Charudes
Phundusij
Cimbrica chersо
Chali
Cobandi
Sigulones
Sabalingij
Saxo
Treua nes
Cauchi maiores
Lirimiris
Phabiramon
Tecelia
Angriuarij
Leuphana
Mariconis
Teutonari
Visurgis flu.
Marionis altera
Cænoenum
Pharodini
Chalusus flu.
Alisus
Teutones
Astuia
Auarpi
Lacıburgium
Bunitium
Suebus flu.
ideni
Rugium
Viritium
Viadus flu.
Ruticlij
Scurgum
Aeluæones
Gythones
Venedæ
Venedici montes
Phinni
Venedicus sinus
OCEANVS
SARMATICVS
Insulę Scandię quatuor
Phauonae
Chędini
Scandia proprie dicta
Phiresij
Leuoni
insula
Gutæ
Dauciones

Norra delen af Europa.

Enligt kartor i handskrifter af Ptolemæi kosmografi från 13:e seklet, återgifna med få ändringar i de flesta tryckta upplagor af detta arbete.

rättelsens sanningsenlighet, är vår kännedom om norra Atlanterhafvets geografi, på ett enda, just för den nu föreliggande frågan beklagligt undantag (Grönlands ostkust) när, så fullständig, att


Septima figura.

¶ Hec figura ſeruit .xiiii. capitulo ⁊ pluribꝫ aliis pro diuiſione terre in tres partes ⁊ ſimiliter pro diſtinctione maris ac quorūdam fluminū ac regionū hic grā exempli poſitorum quia particularior diſtinctio maiorē figurā requirit. ¶ Mare mediterraneū exit ab oceano per ſtrictum meatū circa hiſpaniā prope gades herculis. Mare vero rubeū exit ab oceano circa mediū orientis ⁊ meridiei iō eſt verſus meridiē circa mediū orientis ⁊ occidentis ā cuius litore vix in āno comunus indici oceani nauigatione attingitur.

Polꝰ ſeptētriōal.
Yperbori
Arūphe
Primū climatis uſq ad circulum arcticū inhabitatores q̄ . . .
Regio inhabitabilis ppter algorē
Mōtes riphei
Francia
Liguria
Grecia
Germania
Roma
Europa
Hiſpania
Oceanus
Rodus
Mare caſpiū
Silicia
Mōtes armenie
Armenia
Mare mediterraneū uſq aſiā
Alexādria
Ex diuiiit europā ab affrica
Libia
Egiptus
Nilus
Gades
Mauri
Getuli
Numidia
Cartago
Affrica
Tropicus cancri
Aſia
Perſida
India
Bactria
Ethiopia
Trogodite
Nubia
Meroe
Mons athlas
Mare rubeum
Habitatio elephātū
Equinoctialis
Polus auſtralis
Tropicus capricorni
Circulus antarticus

Verldskarta
ur PETRI DE ALYACO tractatus de ymagine mundi. Lovanii versus 1483.

man här har en fullt säker grund för bedömande af kartan. Nicolò Zeno d. y. angifver, att kartan är en trogen kopia af en originalkarta, som Antonio Zeno hemfört eller författat strax efter sin återkomst. Men olyckligtvis var kartan år 1558 »multnad af ålder», hvarför Nicolò Zeno d. y. å densamma införde sådana »förbättringar», som han tyckte vara af nöden för att kunna rätt uppfatta reseberättelsen; likaså försedde han kartan med meridian- och parallelcirklar efter grunder, hvilka noga angifvits af Ruscelli.

Vid kartans bedömande får man derför till en början hvarken fästa sig vid gradindelningen, hvilken anger polhöjderna ungefär 3° för höga, eller vid *en del af de ortnamn, som förekomma så väl i texten som på kartan.* Dessa namn äro nämligen, såsom längre fram skall visas, tillfogade först då kartan offentliggjordes som bihang till resan. Likaledes bör man erinra sig, att de gamle kartograferna ofta, då utrymmet ej upptogs af något annat, brukade utrita detaljer, t. ex. öar och städer, i en vida större skala än hufvudkartans. Att af dessa kartdelar sluta till kartografens uppskattning af öarnas verkliga storlek är derför lika oberättigadt, som att från de svarta streckbeteckningarna på en nutida karta beräkna bredden af en flod eller jernväg.

Om man med behörigt afseende härpå jemför Zenos karta med äldre och nyare kartor öfver länderna kring norra Atlanten, så skall man finna, att densamma vida noggrannare återger landkonturerna än allt hvad som öfver samma trakter offentliggjorts till långt in på sextonhundratalet. Hvar och en, som något sysselsatt sig med den äldre kartografien, måste genast inse, att en tillfällighet ej kan hafva föranledt denna öfverensstämmelse, utan att kartan måste grunda sig på en sjömannaerfarenhet likartad med den, hvilken ligger till grund för åtskilliga af 13:de och 14:de seklens för sjöfartens behof och på grund af sjöfarares uppgifter upprättade sjökort öfver Medelhafvet och Svarta hafvet, å hvilka, såsom bekant, dessa hafs hufvudkonturer äro angifna ojemförligt bättre än å de kartor, som samtidigt författades af lärde geografer.

Intill slutet af sextonde seklet tecknades de här ifrågavarande landsdelarne hufvudsakligast efter följande, förmodligen på särskilda urkällor grundade typer:

A. I tryck offentliggjorda kartor.

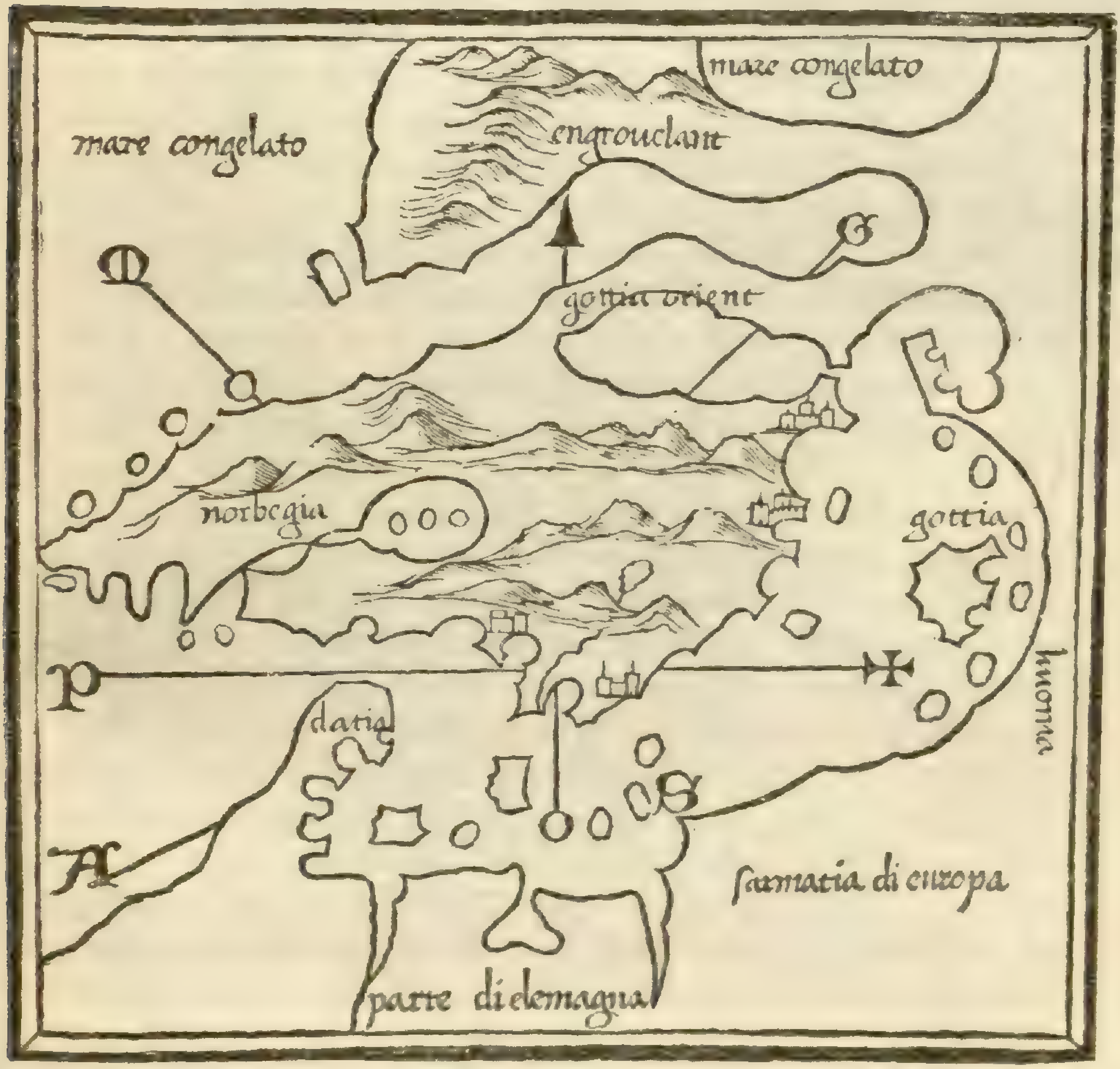
1. Kartor öfver norden, bifogade åtskilliga handskrifter af Ptolemæus och efter boktryckarkonstens uppfinning förnyade gånger återgifna i alla gamla, med kartor försedda upplagor af

MARE CONGELATUM
IPERBOREUM
PONTUS BALTEATUS
SCOTIA
GERMANICUM MARE
ANGLIE PARS
Hibernia insula
GOTTICUM MARE
SABULOSUS PONTUS
Sarmatie europe pars
Engroneland
Gottia orientalis
Suecia que et
Gottia occidentalis
Norbegia
Dacia
Bornholm
Germanie pars
Circulus Articus

Karta öfver Norra Europa

ur Nicolai Donis upplaga af Ptolemæi Cosmographia, Ulm 1482.

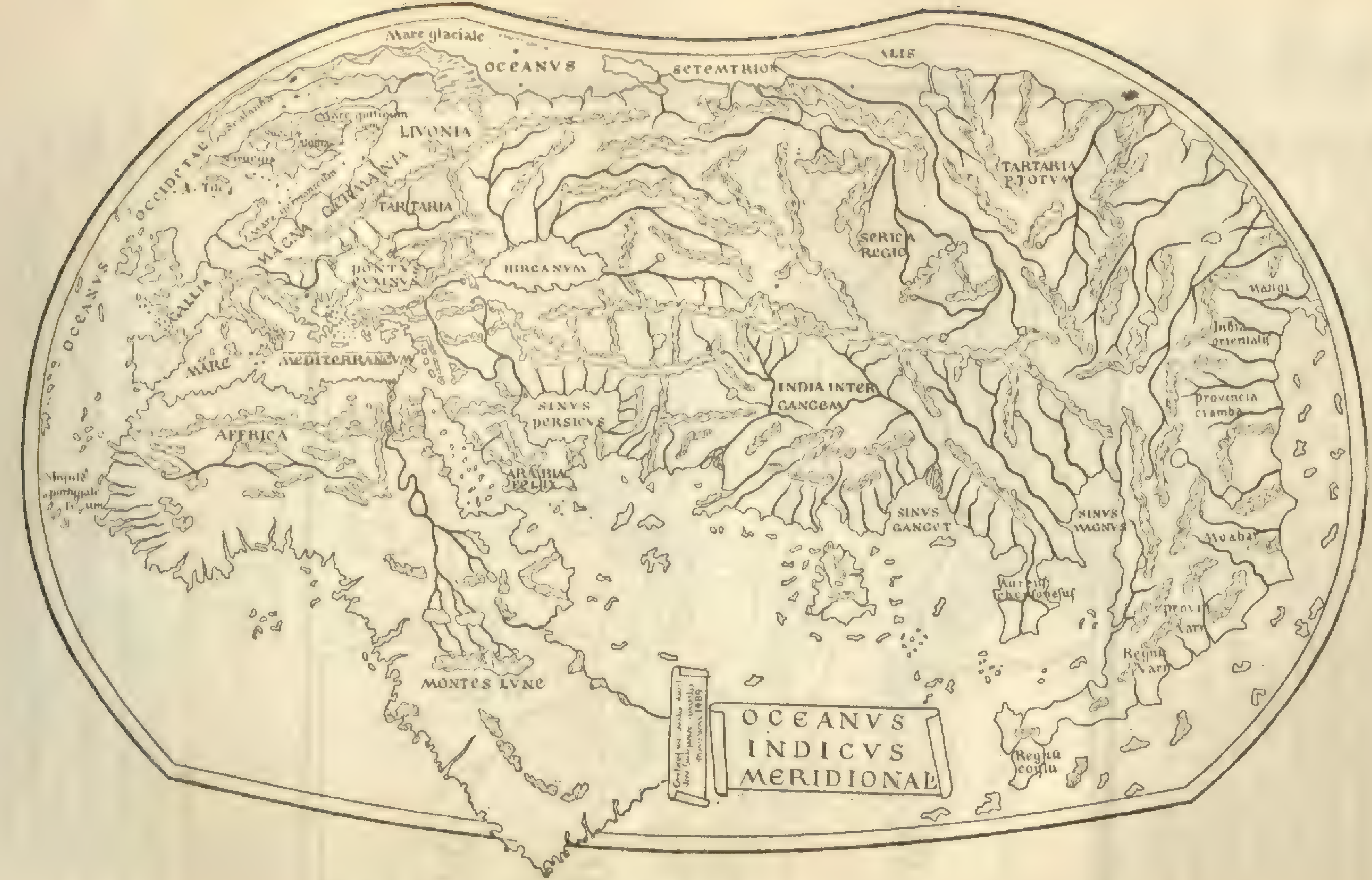
samme författare, om ock oftast endast såsom prof på forntidens uppfattning af nordens geografi. Hela skandinaviska halfön är på dessa kartor utritad såsom en ej synnerligen stor, nordost om Jutland belägen ö, *Skandia*. Kartan öfver norden i det manuskript af Ptolemæus från slutet af 12:te seklet, som förvaras i ett af klostren på berget Athos, är af denna typ (jemför: Géographie de Ptolémée. Repr. photolitogr. du manuscrit grec du Monastère de Vatopédi au Mont Athos. Paris 1867). Sjelfva kartan har ansetts vara upprättad i 5:te seklet af AGATHODEMON från Alexandria. Möjligt är dock att, att kartor från denna tid liknat vidfogade, ur Imago Mundi af PETRUS DE ALYACO[1]) tagna


mare congelato
mare congelato
engroucland
gottia orient
norbegia
gottia
liuonia
datia
sarmatia di europa
parte di elemagna

Karta öfver Skandinavien
ur Isolario di Benedetto Bordone, 1547.

---

[1]) Författad 1410; tryckt, förmodligen i Löwen, omkring 1483. Man känner ej med säkerhet tryckåret för denna bok, hvilken spelat en


Mare glaciale
OCEANVS
SETEMTRIONALIS
LIVONIA
Mare gotticum
Suecia
Norvegia
OCCIDETAL
Mare germanicum
MAGNA GERMANIA
TARTARIA
OCEANVS
GALLIA
PONTVS EVXINVS
HIRCANVM
TARTARIA P.TOTVM
SERICA REGIO
Mangi
India orientalis
MARE MEDITERRANEVM
AFFRICA
SINVS PERSICVS
ARABIA FELIX
INDIA INTER GANGEM
provincia ciamba
SINVS GANGET
SINVS MAGNVS
Aurea chersonesus
Moabar
MONTES LVNE
OCEANVS INDICVS MERIDIONAL
Regnu coylu

Verldskarta

ur: Insularium illustratum HENRICI MARTELLI Germani, Manuskr. från 1400-talet i British Museum.

(Förminskad från ett facsimile i: Exame dos viagens do doutor Livingstone por D. JOSÉ DE LACERDA, Lisboa 1867.)

schema, och att kartor med utsatta gränser mellan land och haf äro från en senare tid.

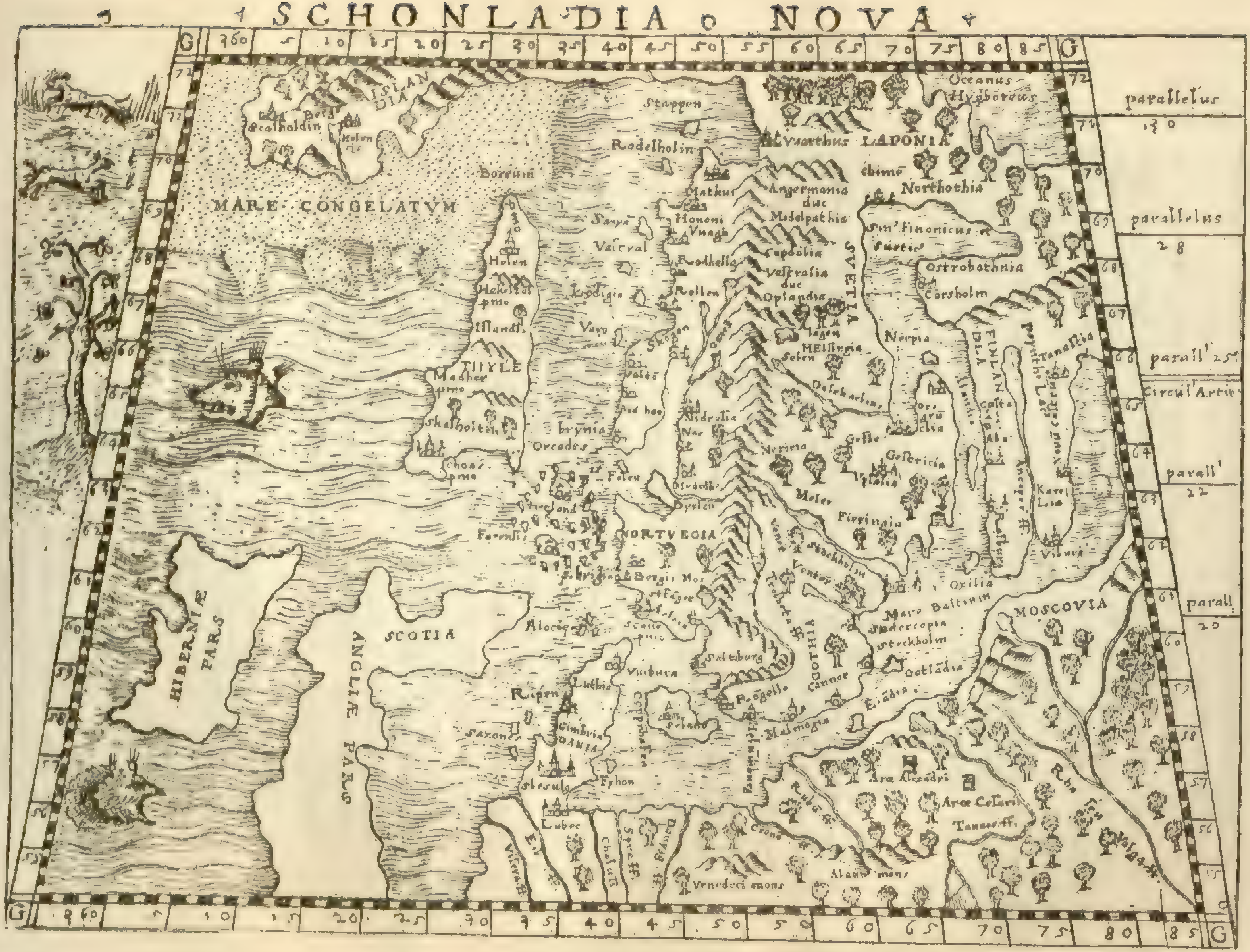
2. Karta öfver den skandinaviska norden, intagen i Nicolai Donis upplaga af Ptolemæus (tryckt i Ulm, 1:sta uppl. 1482, 2:dra 1486). Ett fotolitografiskt facsimile af denna karta finnes intaget i första delen af »Vegas färd kring Asien och Europa». Donis karta har legat till grund för den här återgifna, i Benedetto Bordone's Isolario (Vinegia 1547, fol. VI) förekommande träsnittskartan öfver norden. Det är *Donis karta, som* Zahrtman *sett på universitetsbiblioteket i Kjöbenhavn*, och som man sedan dess med så mycket onödigt besvär, på begäran af amerikanske och engelske forskare, förgäfves eftersökt — detta sättes utom allt tvifvel af den beskrifning öfver den kjöbenhavnska kartan, som förekommer i Zahrtmanns afhandling i Nordisk Tidsskrift for Oldkyndighet, B. II. s. 17 (1833). I en något försämrad form har denna karta lagts till grund för det sätt, på hvilket Grönland aftecknats i åtskilliga gamla kosmografier, nämligen som en norr om Skandinavien belägen halfö, hvars sydspets ligger nordligare än Nordkap. De flesta af Nicolai Donis kartor utgöra föga förändrade kopior af de urgamla teckningar, som återfinnas i de flesta medeltids-handskrifter af Ptolemæus. Men han har äfven tillagt sex nyare, nämligen en moderniserad karta öfver den kända verlden samt kartor öfver Spanien, Frankrike, Italien, Skandinavien och det heliga landet. Dessa anses vara författade före 1471. Nicolai Donis var benediktiner-munk från klostret Reichenbach. [1]

3. En karttyp, på hvilken Grönland framställes som en lång och smal halfö, skild från Norge genom en lång och föga bred hafsvik. De kartor af detta slag, som jag sett, äro vida mindre rika på enskildheter och derför mindre intressanta än Nicolai Donis'. Men Grönlands form anger, att de grunda sig

---

viss rol i Amerikas upptäcktshistoria. Det kan derför förtjena att anföras, att på omslagsbladet till det exemplar, som förvaras på Kongl. biblioteket i Stockholm, läses med 1400-talets stil »Petrus Auliacus. Liber Philippi de Penczicz. Emptus Parisiis die octobris undecima Anno Domini etc. octuagesimo septimo» o. s. v. Arbetet består af 2 otryckta och 180 tryckta, ej paginerade folioblad. Det innehåller en mängd uppsatser i olikartade ämnen, deribland äfven ett »Compendium Cosmographiæ», i hvilket Grönland ej omnämnes, men väl »insula Thile», hvars midt säges ligga 63° från eqvatorn, öster om Brittannien. Det är tydligen mot denna uppgift som Columbus inlägger en gensaga i berättelsen om sitt besök i Thile 1477.

[1] Se: G. M. Raidel, Commentatio critico-literaria de Claudii Ptolemæi geographia, Norimbergæ 1737. sid. 31.


SCHONLADIA NOVA
MARE CONGELATVM
ISLANDIA
Oceanus Hyperboreus
LAPONIA
Northothia
Sin' Finonicus
Ostrobothnia
SVETIA
FINLANDIA
THYLE
NORTVEGIA
Mare Baltrum
MOSCOVIA
SCOTIA
ANGLIÆ PARS
HIBERNIÆ PARS
DANIA
Cimbria
Lubec
Stockholm
Viburg
Tanais fl.
Volga fl.
parallelus 30
parallelus 28
parall' 25
Circul' Artic
parall' 22
parall' 20

Karta öfver Skandinavien
ur La geografia di Claudio Ptolemeo Alessandrino. In Venetia, per Gio. Baptista Pedrezano, 1548.

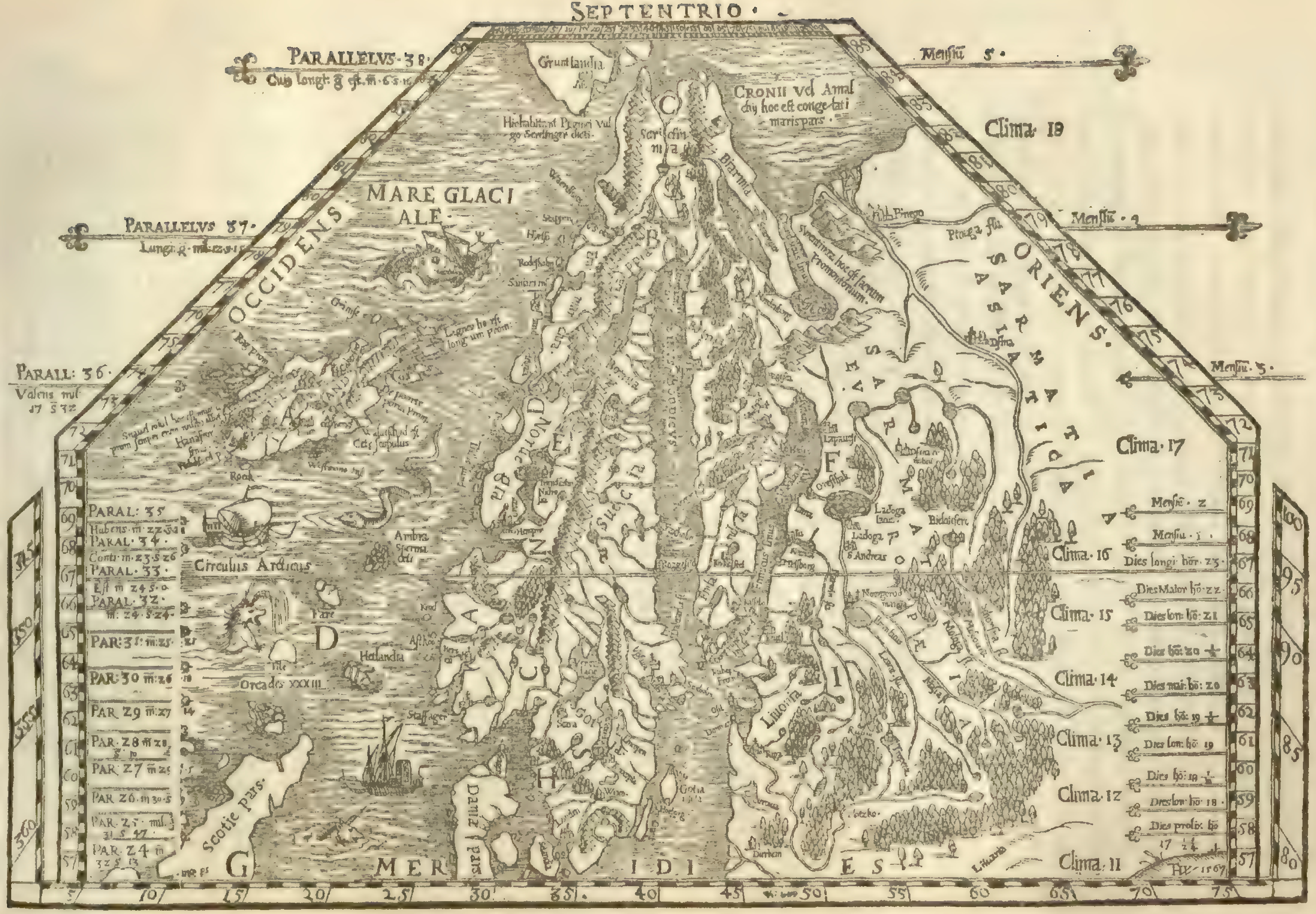
på uppgifter af sjömän, som besökt detta lands både ost- och vestkust. Den äldsta af mig kända karta af detta slag utgöres af en uti British Museum förvarad manuskriptkarta från 15:de seklet af Henricus Martellus Germanus. Jag återger den här efter D. José Lacerdas Exame dos viagens do Doutor Livingstone, Lisboa 1867. Den ligger till grund för teckningen af norra Atlanterhafvet i de upplagor af Ptolemæus, som utgifvits af Jacobus Essler och Gregorius Übelin, 1513; af Bibaldus Pirkeymerus, 1524; och af Michael Villanovanus (Servetus), 1535 och 1541. Esslers och Übelins karta öfver norra Atlantiska oceanen återgifves af Lelewel i Géographie du Moyen Age (Bruxelles 1850—52. Atlas, pl. XLIII) under namn af »Charta Marina Portugalensium». Namnet härrör deraf, att den, såsom synes af företalet i supplementet till 1513 års upplaga af Ptolemæus, skall hafva blifvit upprättad af en amiral hos konung Ferdinand (skriffel i stället för Emanuel) af Portugal och sänd till hertig René II af Lothringen, hvilken bekostade graveringen af de 20 nya kartor, som förekomma i den nämnda upplagan af Ptolemæus. I upplagorna af 1524 och 1541 finnes på de ifrågavarande kartornas nordvestra hörn ritadt ett fyrfotadt, elefantlikt djur med stora, från undre käken utgående, upprättstående betar. Denna teckning skall, enligt hvad öfverskriften — »Morsus animal ingens» etc. — anger, föreställa en hvalross!

4. Kartor, för hvilka J. Zieglers karta af 1532 legat till grund, men utförda med större konstfärdighet och med åtskilliga, ofta mindre lyckade förändringar. Grönland kallas här *Islanda*, Island *Thyle*, och på *båda* finnas namnen *Holen* och *Scalholdin* utsatta. Zieglers karta finnes återgifven i »Vegas färd kring Asien och Europa», och jag intager derför här endast en modifikation af densamma efter en väl utförd, i koppar stucken tafla ur den upplaga af Ptolemæus, som utgafs af Pedrezano i Venedig år 1548.

5. Slutligen kommer Olai Magni första karta [1]) öfver den skandinaviska halfön, på hvilken äfven *Island*, *Fare* och *Grunt-*

---

[1]) Tryckt första gången, jemte text, under titel: »Opera Breve laquale Demonstra, et dechiara. ouero da il modo facile de intendere la charta. ouer delle terre frigidissime de settentrione; oltra il mare Germanico. dove si contengono le cose mirabilissime de quelli paesi. fin'a quest'hora non cognosciute, ne da Greci ne da Latini», Venetia 1539, sedermera kopierad i Basel-upplagan af Ol. Magni stora arbete om norden. till hvilket den lilla broschyr, hvars långa titel ofvanför anförts, är ett program. Det enda exemplar af »Opera Breve» etc., som jag sett, tillhör friherre Carl Jedvard Bondes rika bibliotek. men kartan


SEPTENTRIO
PARALLELVS 38
PARALLELVS 37
PARALL: 36
MARE GLACIALE
OCCIDENS
ORIENS
SARMATIA ASIATICA
SARMATIA EVROPA
Gruntlandia
CRONII vel Amalchiu hoc est congelati maris pars
Clima 19
Clima 17
Clima 16
Clima 15
Clima 14
Clima 13
Clima 12
Clima 11
Circulus Arcticus
Scotie pars
Dania pars
Liuonia
Ladoga
Nouogorod
Orcades XXXIII
Ambra
Hetlandia
MERIDIES
PARAL: 35
PARAL. 34
PARAL. 33
PARAL. 32
PAR. 31
PAR. 30
PAR. 29
PAR. 28
PAR. 27
PAR. 26
PAR. 25
PAR. 24
Mensis 5
Mensis 4
Mensis 3
Mensis 2
Mensis 1
Dies longi hor. 23
Dies Maior ho. 22
Dies lon. ho. 21
Dies ho. 20 ½
Dies mai. ho. 20
Dies ho. 19 ½
Dies lon. ho. 19
Dies ho. 18 ½
Dies lon. ho. 18
Dies prolix. ho 17 ¼
1567
5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75

Karta öfver Norra Europa.

ur Olai Magni Historia de gentium septentrionalium variis conditionibus. Basel 1567.

landai äro angifna. Om Grönland, hvilket är utritadt såsom en norr om Skandinavien belägen halfö, säges: »Hic habitant Pygmei vulgo Screlinger dicti», och klostret eller byn *Alba* finnes här utsatt. Det är denna karta, som legat till grund för SEBASTIAN MÜNSTERS och hans efterföljares framställning af de skandinaviska länderna. Olai Magni egen karta finnes återgifven i ett facsimile i »Vegas färd kring Asien och Europa», men, för att äfven här lemna tillfälle till jemförelse mellan denna vigtiga karttyp och de förut anförda, bifogar jag en bild af kartan i förminskad skala.

B. Handritade kartor.

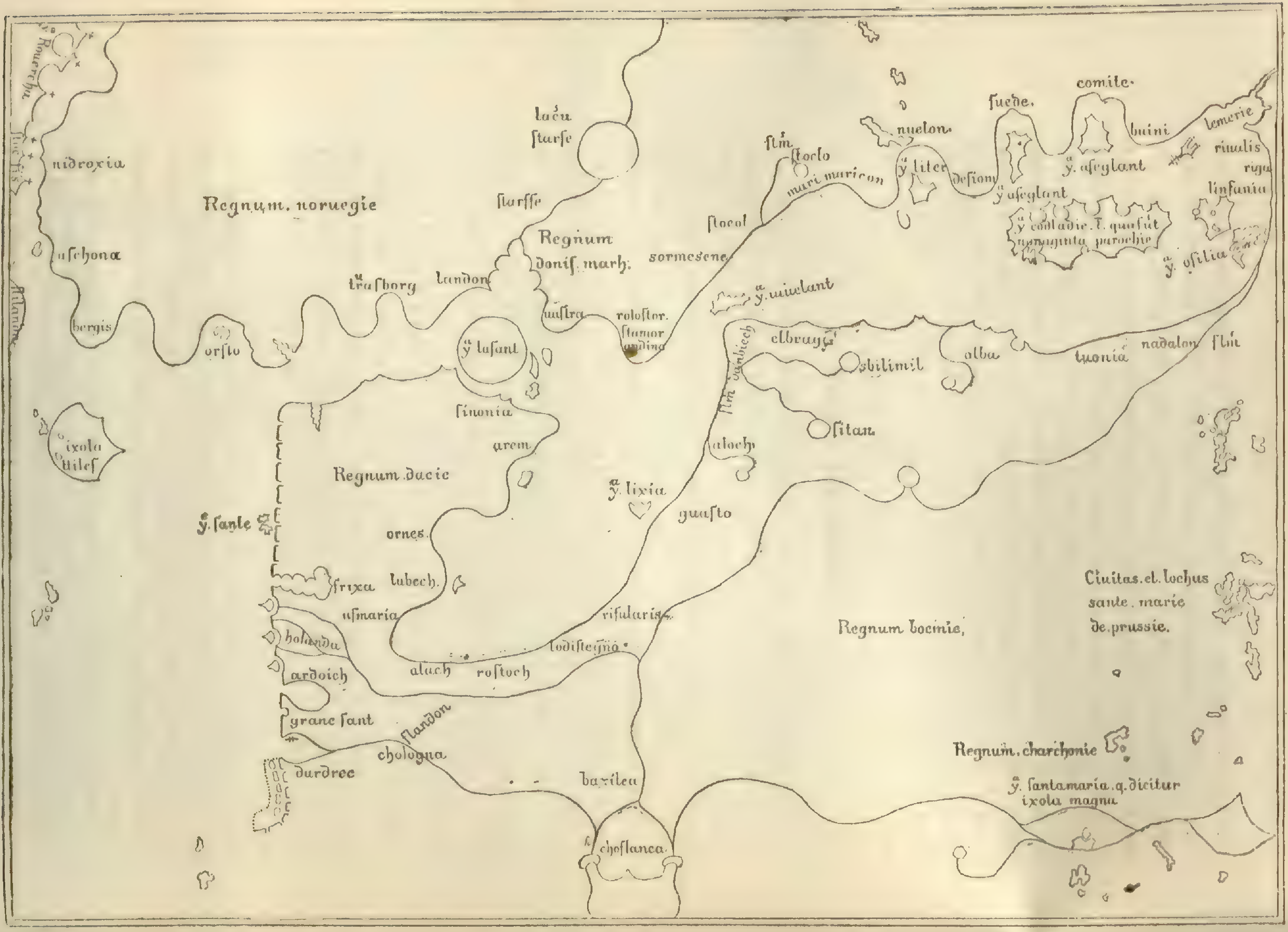
Ofvan afbildade kartor torde något så när återgifva det vigtigaste *genom tryck offentliggjorda* material för en karta öfver Atlantiska oceanen, som vid den tid (1558), då beskrifningen öfver Zenos resor offentliggjordes, stod kartritaren till buds. Men naturligtvis kunde Zenos karta dessutom grunda sig på manuskript-kartor, af hvilka Venedigs misstänksamma, i diplomatiskt hänseende väl betjenta styrelse förmodligen hade ett rikt förråd från olika länder och tider. Många af dessa hafva helt säkert för alltid gått förlorade, men antagligt är, att de vigtigaste dock finnas i behåll. Af dessa hafva följande mer eller mindre direkt betydelse för uppfattningen af den här föreliggande frågan:

6. ANDREA BIANCO's karta af 1436, förvarad i St. Marcusbiblioteket i Venedig. Skandinavien är på densamma utritad, ej mer som en ö, utan som en halfö, skild från Tyskland genom en hafsvik, hvars längdsträckning går från vester till öster. I denna hafsvik finnes en stor ö tecknad med guld och purpur och försedd med påskriften »ynsula codladie in qua sunt nonaginta parochie»[1]) (ön Gotland, hvarest finnas nittio socknar) — ett framställningssätt för denna ö, som är ganska betecknande för dess forna betydelse i norden. Öster om Norge och skilda derifrån genom en smal hafsarm ligga åtskilliga länder beteck-

---

saknas i detsamma, och troligen finnes denna ej i någon svensk boksamling. Dock öfverensstämmer kartbeskrifningen så fullständigt med kartan i Basel-upplagan, att något tvifvel ej kan hysas om dess identitet.

[1]) Samma inskrift finnes på bröderna PIZIGANIS karta af 1367, hvilken i mycket tyckes hafva legat till grund för Andrea Biancos.


Rouerchu
nidroxia
Regnum. noruegie
laću ſturſe
ſturſſe
Regnum donis. marh.
ſtocol
ſtm
ſtoclo
mari muricon
nuelon.
ſuede.
comite.
buini
lemerie
riualis
riga
y. liter
deſion
y. aſeglant
y. aſeglant
linfania
y. coolaðie. T. quaſut nanaguita parochie
y. oſilia
uſchona
bergis
orſlo
traſborg
landon
uiſtra
roloſtor. ſtamor andino
sormesene
y. uiuelant
elbrugs
sbilimil
olba
tuonia
nadalon
ſtm
y. laſant
ſinonia
arem
ſtm lambiech
ſitan
aloch
ixola tilef
Regnum. dacie
y. lixia
guaſto
y. ſante
ornes
friza
lubech.
uſmaria
rifularis
holanda
lodiſteyna
alach
roſtoch
Regnum bocmie,
Ciuitas. et. lochus sante. marie de. prussie.
ardoich
grane ſant
flandon
chologna
durdrec
baxilea
choflanca
Regnum. charchonie
y. ſantamaria. q. dicitur ixola magna

Andrea Biancos karta öfver Norden.
Efter ett manuskript från år 1436 i Marcus-biblioteket i Venedig.

nade med namnen *Insula Rouercha,*[1]) *Stoc fis, Stilanda* och *Ixola tiles,* som säges vara »ett obeboeligt ställe, der om sommaren intet kan växa för värmen och om vintern intet för den starka kölden». Kartan anger således, att författaren haft tillgång till några originalberättelser från norden. Med Insula Rouercha menas helt säkert Grönland.

7. En karta af CLAUDIUS CLAVUS (Cimbricus) öfver den skandinaviska norden, bifogad en handskrift af Ptolemæi kosmografi, förvarad på stadsbiblioteket i Nancy. Denna handskrift är afslutad år 1427. Den utfördes, förmodligen i Italien, på föranstaltande af kardinalen GUILIELMUS FILIASTRUS, som ej allenast lät afskrifva JACOBI ANGELI latinska öfversättning af Ptolemæus och afrita de kartor, som af gammalt åtföljde den grekiska texten, utan äfven sökte rätta de fel, som vidlådde den gamle geografens arbete i afseende på teckningen och beskrifningen af de nordiska länderna. För detta ändamål uppdrog han åt en nordbo »quidam Claudius Cimbricus», född i »Salling» på Fyen, att författa det här meddelade geografiska utkastet öfver Skandinavien. På senare tider har kartan blifvit, ehuru mindre fullständigt, reproducerad af G. WAITZ, hvilken äfven meddelar en intressant historik öfver sjelfva manuskriptet äfvensom en kritisk redogörelse för den del af detsamma, som rör den skandinaviska norden (Des Claudius Clavius Beschreibung des Skandinavischen Nordens. Nordalbingische Studien, Kiel 1844, s. 175). Genom bibliotekarien i Nancy herr A. BALLONS liberalitet har jag erhållit till låns den dyrbara originalurkunden och fått tillstånd att ur densamma kopiera den ifrågavarande vigtiga kartan och den dertill hörande beskrifningen. Jag kan derför här meddela ett fotolitografiskt facsimile af denna, den äldsta kända specialkarta öfver Skandinavien. Den vittnar om god bekantskap med de afteeknade länderna. Särskildt är Grönlands läge och utsträckning mot söder riktigare angifvet än på alla följande kartor ända till den, som vidfogats Zeniernas bok. Claudii Clavi karta är äfven den första, på hvilken en del af Amerika finnes något så när riktigt utsatt. Slutligen må äfven

---

[1]) Det är svårt att inse, att detta namn betyder Hvalrossön, men detta kan visas af följande utdrag ur ett i Vatikanska arkivet förekommande dokument: Decima Episcopatus Grevellanden recepta fuit per me, Bertrandum de Ortolis, in dentibus de Roardo, quas decimas recepi Bergis a domino archiepiscopo Nidrosiensi, ann. Dom. 1327 et 11 die mensis Augusti, videlicet 127 lisponsos, ad pondus Norvegiæ (Samlung zur dänischen Geschichte, durch J. H. SCHLEGEL, Bd 1: St. 1, s. 177, Kopenhagen 1771).

SEPTENTRIO
MARE CONGELATVM
SCYTHIA
Islandia
Ibernia
Moscovia
Anglia
Sarmatia Asiatica
OCEANVS MAGNVS
EVROPA
Terra de cuba
Terra Cortesia
Euxinus
Mare caspiũ
ASIA
Imaus Mons
TARTARIA MAGNA
Mare Mediterraneum
Regnũ Cathay
Spagnolla
Incula canariæ
Aegyptus
Arabia
Insulæ Anngliæ
India extra Gangem
TROPICVS CANCRI
APHRICA
INDIA INTRA Gangem
Mare rubrum
Sinus Magnus
Tap band
Paria
AEQVINOCTIALIS
AEQVATOR
AMERICA TERRA NOVA
Origo Nili
INDIA
Iaua
Prisilla
TROPICVS CAPRICORNI
Caput bonæ spei
Zeila
SCYTIARVM
OCEANVS MERIDIONAL

Typus cosmographicus universalis

ur Novus Orbis regionum ac insularum veteribus incognitarum. Basilæ 1532.

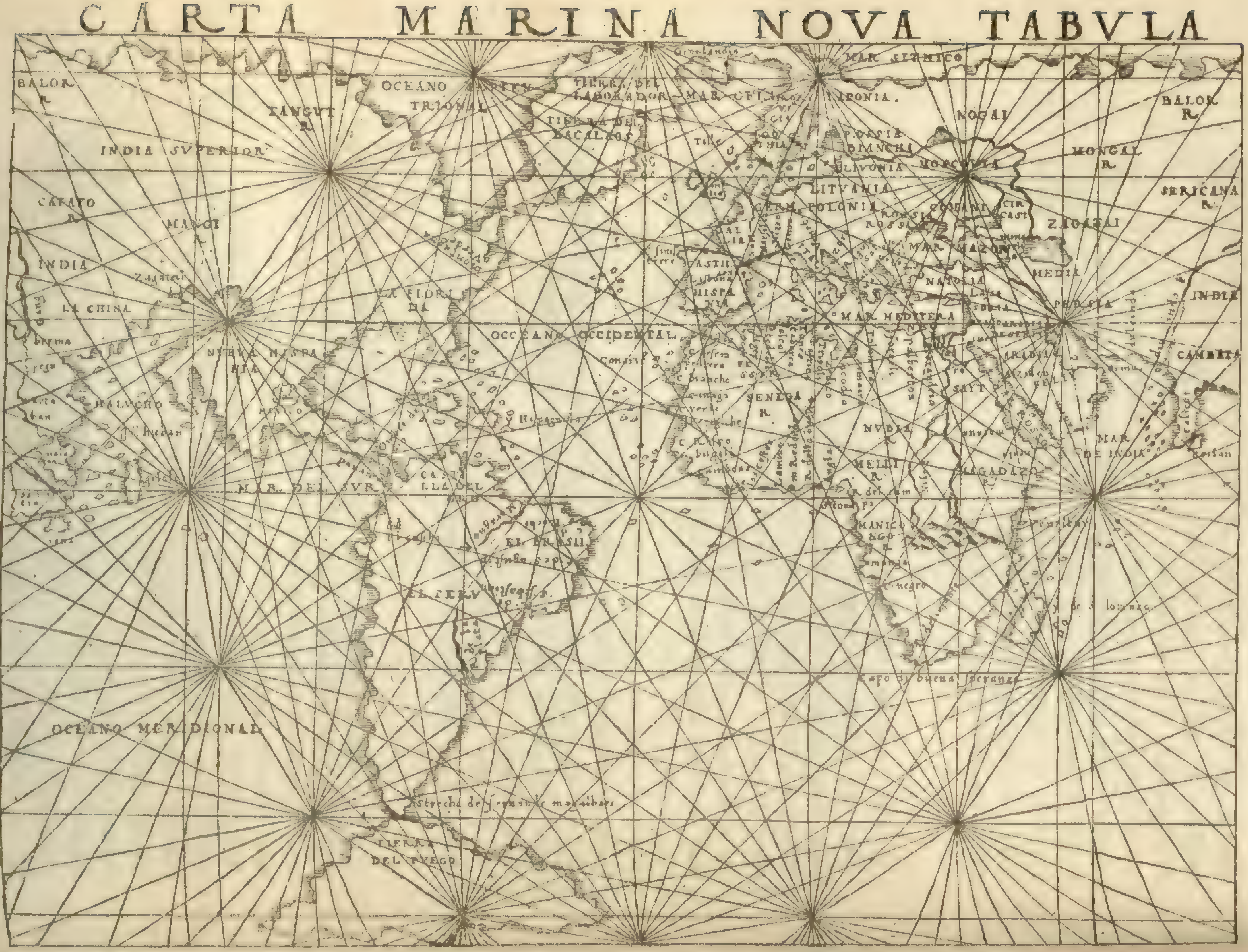
nämnas, att nordligaste delen af Norge, eller det nuvarande Finmarken, så väl på Claudii Clavi som på Donis karta benämnes *Engronelant.* Om nordligaste delen af Skandinavien verkligen en gång betecknats med detta namn, så finge man en förklaring på det eljest oförklarliga förhållandet, att påfven Gregorius IV i det investiturbref, som år 831, således 152 år före Grönlands upptäckt af Erik Röde, utfärdades för Ansgarius, kunde bland folk, som förklarades lyda under dennes erkebiskopsdöme, uppräkna *Groenlanders.*

Hvar och en af ofvan anförda kartor synes grunda sig på olika och fristående uppgifter af män från norden eller af sjömän, som seglat på de nordiska farvattnen. I den på en mångfaldigt vexlande kartografisk litteratur så rika tidsperioden strax efter Amerikas upptäckt trycktes dessutom ofta bearbetningar af det sålunda hopade kartmaterialet, utförda af söderns geografer med ensidigt afseende på de upptäckter, som då gjordes i Amerika, Indien och Kina. Jag bifogar derför här ytterligare tvenne kartor för att visa, huru man under sextonde seklet tänkte sig landfördelningen i norden, nämligen:

8. En karta, som finnes bifogad första upplagan af »Novus Orbis Regionum et Insularum Veteribus incognitarum», Basel 1532; samt

9. En »Carta marina nova» från den förut omtalade, af Pedrezano i Venedig 1548 tryckta upplagan af Ptolemæus.

De kartor, som jag här återgifvit, torde lemna en ganska god öfverblick öfver det material, som 1558 fans tillgängligt för upprättande af en karta öfver norra delen af Atlanterhafvet. Om man jemför dem å ena sidan och en modern karta öfver norra Atlanten å den andra med kartan i Zenos resebeskrifning, så måste man genast inse den Zeno'ska kartans stora företräde framför hvarje äldre karta öfver samma trakter. Visserligen förekommer hos Zeno en mängd oriktigheter och besynnerligheter, till hvilka jag längre fram skall återkomma, men hufvuddragen äro i alla fall så öfverensstämmande med verkliga förhållandet, att den, som ej känner kartans historia, vore benägen att tro densamma vara författad efter Hudsons, Davis och Baffins upptäcktsresor, ja till en del efter upptäcktsresor under detta år-

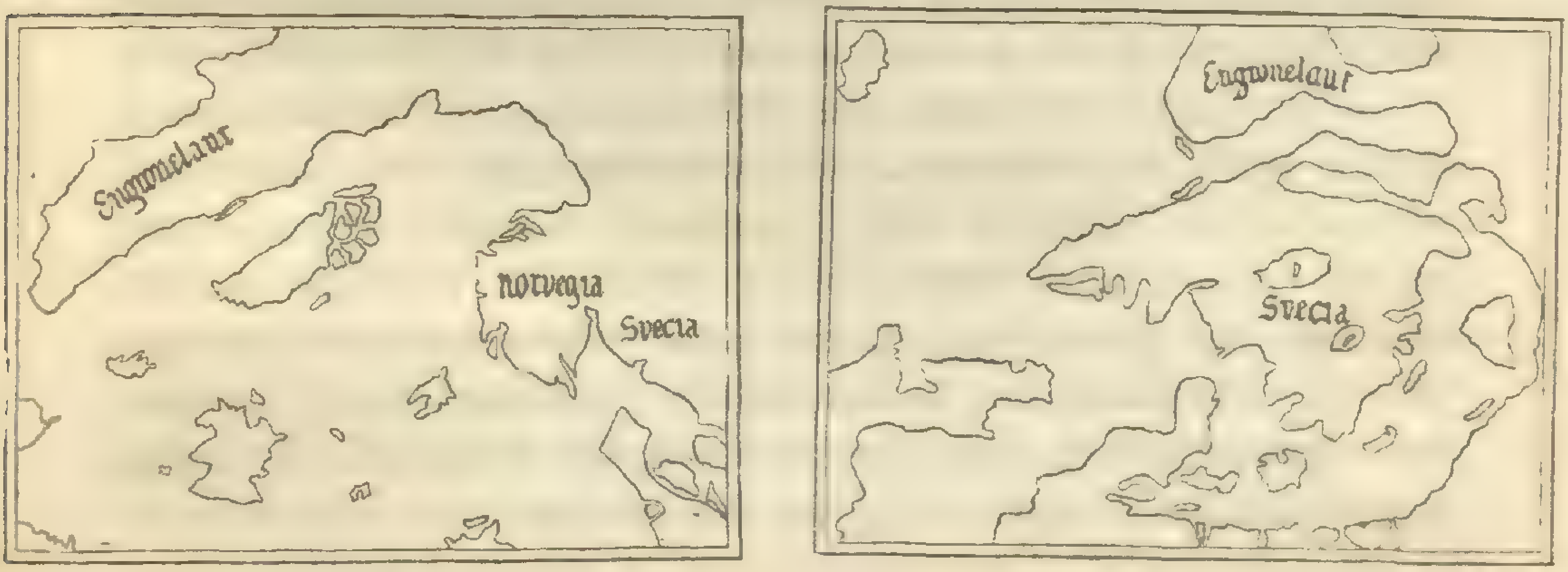

CARTA MARINA NOVA TABVLA
BALOR R.
OCEANO TRIONAL
TANGVT R.
INDIA SVPERIOR
CATAYO R.
MANGI R.
INDIA
LA CHINA
NVEVA HISPANIA
MALVCHO
MAR DEL SVR
OCEANO MERIDIONAL
Streccho de fernando de magalhaes
TIERRA DEL FVEGO
TIERRA DEL LABORADOR
TIERRA DE LOS BACALAOS
LA FLORIDA
OCCEANO OCCIDENTAL
CASTILLA DEL ORO
EL BRASIL
EL PERV
Grenlandia
MAR SERMICO
LAPONIA
NOGAI
MOSCOVIA
MONGAL R.
SERICANA R.
ZAGATAI
LITVANIA
POLONIA
GERMANIA
ALMANIA
CASTILLA
HISPANIA
MAR MEDITERA
NATOLIA
MEDIA
PERSIA
INDIA
CAMBAIA
ARABIA FELIX
SENEGA R.
NVBIA R.
MELLI R.
MANICONGO
MAGADAZO
MAR DE INDIA
Capo di buena speranza
y de S. lorenzo

Verldskarta

ur La geographia di Claudio Ptolemeo Alessandrino. In Venetia, per Gio. Baptista Pedrezano 1548.

hundrade. En kartograf, för hvilken jag förevisade en kopia af den Zeno'ska kartan, påstod envist, att den var alstret af ett falsarium från nittonde århundradet, ända tills han med egna ögon fick öfvertyga sig om, att den fans återgifven i upplagor af Ptolemæus från 1500-talet. Af en jemförelse mellan de af mig meddelade kartorna är det vidare tydligt, att kartan i Zenos bok icke kan utgöra en kompilation af för handen varande kartmaterial, utan att den måste vara en kopia af ett äldre kort, grundadt på verkliga iakttagelser, så omfattande att de knappast kunna vara gjorda af *en* sjöfarare och således ej heller, såsom Zeno d. y. i slutet af reseberättelsen gissningsvis antyder, af Zichmni. Kartan är tydligen resultatet af en erfarenhet, samlad under en mångårig och liflig sjöfart i de aftecknade trakterna. Denna sjöfart kan icke hafva egt rum *efter* Amerikas upptäckt, under de stora geografiska upptäckternas århundrade, ty vi känna med bestämdhet, att under den tiden icke någon förbindelse fans med Grönland. Dessutom visar den fullständiga öfverensstämmelse, som eger rum mellan Zenos karta och Donis' i afseende å en mängd egendomliga och på inga andra kartor förekommande ortnamn, att dessa kartor haft ett gemensamt ursprung, hvaraf man kan sluta, att de sjöfärder, under hvilka materielet till Zenos karta blifvit samladt, företagits åtminstone före 1482. Å andra sidan kunna Zenos, Donis' och Claudii Clavi kartor helt säkert icke grunda sig på äldre källor än från början af 1300-talet, den tid då man först erhöll något så när riktiga kartor öfver Medelhafvet och Svarta hafvet (t. ex. VISCONTIS af 1318). Häraf måste man således sluta, att under de tvenne århundraden, som närmast föregingo Columbi upptäckt af Amerika, en ej obetydlig sjöfart på Grönland egt rum, och det åtminstone delvis af sjömän, tillräckligt insigtsfulla för att kunna uppdraga hufvudkonturerna af de land, de besökt. Med den kännedom vi från Europa hafva om nordens sjömän från den tiden, är det antagligt, att deras grönlandsfärder äfven sträckte sig långt söder ut, bortom Kanada, och att de ej allenast inskränkt sig till tillfälliga besök, utan äfven föranledt kolonisationsföretag, åtminstone på Newfoundland och i »Vinland». Visserligen kan häremot anföras, dels att de isländska krönikorna, så rika på berättelser från Grönland under de första århundradena efter dess upptäckt, hafva intet härom att förtälja, dels att man i sjelfva Amerika icke funnit några säkra spår af skandinaver bland de vildar, som efter Columbi tid der träffats af europeerna. Hvad det förra motskälet beträffar, så måste man erinra sig, att isländarnes sagor om Grönland hufvudsakligast äro familjehistorier, i hvilka skildras en eller annan berömd slägts deltagande i sådana grönlandsfärder, under hvilka något ovanligt inträffat. Vanliga fångst- och handelsresor till Grönland omtalades deremot ej, och det fans ju snart lika litet skäl att såsom något märkligt omtala dem, som att i vår tid tala om ett upprepande af Columbi, Vespuccis eller Cabots färder öfver oceanen. För öfrigt kan man från sjuttonde och adertonde, ja till och med från nittonde århundradet framleta alldeles likartade prof på glömska å krönikeskrifvarnes sida. Vi skulle i denna stund känna så godt som intet om ryssarnes färder (Deschneffs m. fl:s) i Sibiriens Ishaf under senare hälften af 17:de seklet, om ej upplysningar om dem blifvit af en nitisk forskare framletade från processhandlingar i Sibiriens arkiver eller upptecknats af svenska fångar i Sibirien. Ryssarnes resor till Spetsbergen under förra och början af detta århundrade känner man nästan endast från de lemningar af »rysshus», som träffas så godt som i hvarje af denna ögrupps otaliga hamnar, och jag, som lefvat så mycket tillsammans med de norske fångstmännen och så länge uppehållit mig i de städer, från hvilka de norska fångstfärderna till Spetsbergen utrustats, vore tacksam, om någon kunde anvisa mig en tryckt eller handskrifven källa till kännedom om dessa fångstresor under de två första årtiondena af nittonde århundradet. När så kan vara förhållandet midt i trycksvärtans tidehvarf, hvad under då, om våra krönikor ej omnämna färderna till Grönland och Vinland under tolf-, tretton- och fjortonhundratalen.

Hvad åter beträffar inkastet, att skandinaviska element ej träffats bland Amerikas vildar, så begår den ett fullkomligt misstag, som tror, att en mindre koloni af en civiliserad ras kan, om den är helt och hållet skild från moderlandet, i längden bibehålla sig bland ett vildt jägarfolk. Ungdomens förkärlek för jagtlifvet gör, att redan andra generationen till större delen antager vildens lefnadssätt och språk, och den tredje har i de flesta fall förlorat allt minne af sin härkomst. Jag har sjelf känt eskimåer med det äkta svenska namnet Broberg, hvilka, ehuru söner till en i Sverige född fader och en grönländsk moder samt uppfostrade i en dansk-grönländsk koloni, ej kunde tala något annat tungomål än eskimå-språket och i allt voro nästan fullkomliga eskimåer — om Sverige hade de endast en dunkel aning. I fall det danska Grönland nu blefve under ett århundrade fullständigt skildt från moderlandet, så skulle efter denna tids förlopp landets befolkning helt säkert vara så fullständigt eskimåiserad, att hvarje minne om förbindelsen med Europa försvunnit. Den fåtaliga civiliserade kolonien uppgår derför, när den ej underhålles genom ständig beröring med moderlandet, i hufvudmassan af befolkningen, spårlöst som flodvattnet försvinner i hafvet. Något af de skandinaviska dragen torde dock hafva bibehållit sig hos de vilda folkstammar, med hvilka de gamla nordiska kolonisterna assimilerade sig, åtminstone har jag ofta hört danska kolonibestyrare från Grönlands sydvestkust påstå, att ostländingarne, d. v. s. eskimåerna från Grönlands ostkust, ofta äro resliga och ljusletta; CHARLEVOIX uppgifver i sitt berömda arbete, »Journal d'un voyage fait dans l'Amérique septentrionale», *Paris* 1744, III, s. 179, att eskimåerna på Labrador hafva yfvigt skägg, hvit hy och stundom blondt hår, och han påpekar särskildt den olikhet, som i hänseendet eger rum mellan dem och indianerna. De oblandade eskimåerna, t. ex. de som Parry beskrifver från Winter Island och Igloolik, hafva deremot svart hår och ringa skäggväxt.



a *b*

Kartor öfver norden, grundade på: *a* iakttagelser af stjernorna, *b* kompass-iakttagelser, utan kännedom om missvisningen.

Då det genom en jemförelse af de talrika namnen på Donis' och Zenos kartor tydligen framgår, att dessa hafva ett gemensamt ursprung, blir det af vigt att bestämma, hvilken af dessa kartor är äldre, eller rättare hvilken af dem närmare öfverensstämmer med den gemensamma urtypen. Att det — frånsedt de mindre lyckade förändringarna vid kartans aptering till resebeskrifningen — är Zenos, sluter jag deraf, att denna har att uppvisa en större rikedom på namn och detaljer, och att dess landkonturer närmare än Donis' öfverensstämma med den redan 1430 af Claudius Clavus lemnade teckningen af de nordiska länderna. Mången torde kanske vilja anse, att den förvrängning af Grönlands läge, som möter oss på Donis karta, tyder på ett äldre ursprung. Men denna förvrängning tyckes tvärt om hafva uppkommit sålunda, att man i norden, *utan kännedom om kompassens missvisning*, velat använda detta beqväma, från södern införda instrument för att förbättra kartor, som upprättats utan kompass med ledning af stjernorna. I de nordiska länderna, der missvisningen oftast är ganska betydlig, måste en dylik »förbättring» medföra en förvridning af de rätta landkonturerna just af det slag, som förekommer på Donis' karta. Ofvanstående schematiska figurer visa detta närmare. Dessutom voro de lärde geograferna före Amerikas återupptäckt mycket obenägna att sätta tro till sjömännens berättelser om stora landsträckor öster om oceanen, då de deremot genom läsning af Herodotus, af de i behåll varande notiserna om Pytheas' resor, af Ptolemæus m. fl. källor gjort sig förtrogna med begreppet att land, bebodda af vidunder af allehanda slag, pygmæer, unipeder, gripar m. m., skulle vara belägna långt mot norden. Det är derför lätt förklarligt, att geograferna genast med sådan beredvillighet satte tro till berättelser om kompasstreck, hvilka gåfvo åt Grönland ett mera nordligt läge, än det hade på de gamla och rigtiga teckningar, som utgjorde sjelfva grundvalen för deras arbete.

Så märkligt framstående framför alla andra äldre och samtida kartarbeten öfver norra Europa, som Zenos karta än är, innehåller den dock åtskilliga besynnerligheter, hvilka skarpt framhållits, i synnerhet af sådana motståndare till utgifvarens trovärdighet, som sjelfva ej varit förtroliga med kartografiens utveckling från romarnes itinerarier, arabernas matematiska landfigurer till nutidens fulländade kartarbeten. Men jemför man Zenos karta med andra kartor från tiden före Amerikas upptäckt, så skall man finna att de oriktigheter, som påpekats, äro vida mindre än de allra flesta samtida kartor öfver länder och haf bortom Svarta hafvet och Medelhafvet. Då herr Krarup[1]) säger: »Og for en slig Mistanke (mer eller mindre vilkaarlig Frihaands-tegning) vil det være vanskeligt, ja næsten umuligt att værge sig, da der kræves, att man skal regne Kaartet for en Gjengivelse af den nordlige Del af det Atlantiske Hav med de tilstodende Lande. Thi selv om disses vanskabte Former ikke vække Anstød — de gaa nemlig saa temmelig i samme Skikkelse igjen hos de bedste Kaarttegnere fra det 16:de Aarhundrede — fremkalder dog Tilværelsen af saadanne Øer som Frislanda, Icaria o. s. v. en øjeblikkelig og skarp Protest» — så visar detta en fullkomlig obekantskap med kartarbetena från femtonde seklet.

---

[1]) Zeniernes Reise til Norden, et Tolknings-Forsög af FREDERIK KRARUP, Kjöbenhavn 1878.

De mera påfallande oriktigheterna och besynnerligheterna å Zenos karta äro hufvudsakligast följande:

På Zenos karta finnas utsatta öarna Mimant, Bres, Talas, Brons, Damberta, Trans, Iscant, Grislanda, Icaria, hvilka alla omtalas i texten och icke hafva någon motsvarighet i verkligheten. Deraf att de saknas på Donis karta, drager jag den slutsatsen, att de blifvit af N. Zeno d. y. inryckta på den gamla karta öfver norden, som han hade till sitt förfogande, för att göra denna fullt öfverensstämmande med resebeskrifningen. Härvid har han dock, såsom Forster och R. H. Major visa, haft den oturen att råka ut för ett fullständigt missförstånd, i det han trott, att det härnads- eller plundringståg, under hvilket dessa öar besöktes, gälde Island, då i stället ordet *islanda* uti berättelsen derom blifvit användt att beteckna hufvudön bland Shetlandsöarna. Likaledes är det tydligt, att den i texten omtalade och på kartan inflickade skogbeklädda ön Icaria ej funnits på originalet, utan blifvit af utgifvaren insatt på kartan. Förmodligen var det någon del af Irland eller snarare någon af Hebriderna, som Zichmnis misslyckade anfall denna gång gälde, ehuru utgifvaren, förledd genom det första misstaget i afseende å läget af Iscant, Mimant, Trans, Bres m. fl., förlagt »Icaria» sydvest om Island.

På Zenos karta finnes en stor ö, Frislanda, med en mängd nordiska namn utritad söder om Island. Denna ö ersätter på Zenos karta »Ferensis» 1) på Donis'. Den är ögonskenligen med anledning af texten införd på Zenos karta *i mycket förstorad skala*, såsom man på äldre kartor ofta brukade göra med särskildt vigtiga orter, isynnerhet om, såsom här var förhållandet.

---

1) ZAHRTMANN säger om Olai Magni karta af 1567 (eller 1539) »og mig er ej noget ældre Kaart bekjendt, hvorpaa Færöerne fandtes aflagte» (anf. afh., s. 16, not.). Dessa öar omtalas dock redan i texten till Claudii Clavi karta, och de finnas utsatta på Donis'.

godt utrymme fans på det ställe, der den ifrågavarande orten skulle angifvas. Här eger dessutom det anmärkningsvärda förhållandet rum, att medan St. Tomas, Bres, Iscant, Trans, Icaria m. fl. orter och öar, införda på det gamla kartoriginalet af Zeno d. y., icke återfinnas på några andra kartor före 1558, omtalas eller utritas en stor ö, Frisland, ungefär på det ställe der det Zenoniska Frislanda är beläget, på JUAN DA COSAS karta af år 1500 och i Columbi sjelfbiografi, utgifven af FERDINAND COLON, omtalas (kap. IV), att Amerikas upptäckare i februari år 1477 seglat »100 leagues bortom ön *Tile*, som numera kallas *Frislanda*».

Att med det Frislanda, som finnes utsatt på Zenos karta, betecknas Far-island eller Fär-ö, derom kan så mycket mindre något tvifvel uppstå, som Zenos karta öfver denna ögrupp, med alla sina oriktigheter och med behörigt afseende på hvad jag förut anfört om dess från den öfriga kartan afvikande skala, bildar den enda före år 1558 offentliggjorda karta, som kan lemna oss ett begrepp om denna ögrupps geografi. De talrika vid densamma anförda ortnamnen äro till stor del rent nordiska och öfverensstämma till en del med namn, som ännu förekomma på Färöarna. Den redan af Olaus Magnus afritade klippan Munken (Monaco) finnes riktigt utsatt vid Färöarnas sydspets. Man finner här de från dessa öar väl kända namnen Sudero (Suderø), Streme (Stromø) o. s. v. Och att sjömännen ännu under medlet af 16:de seklet med Frislanda betecknade Färöarna, kan man bland annat se af LORENZO D'ANANIA'S Fabrica del Mondo, Venetia 1576, s. 154. Efter att hafva talat om Grönland efter Zeno och Olaus Magnus, säger han om en ö öster om Island, »Frislanda . . . ha, secondo mi referi Jonas Bertone, nipote del Cartier, quel que retrouo la nuova Francia, le gente molto benigna, et amorevale con forestieri; le sue città sono Frislanda, Sorano, e Bondano etc». Slutligen må äfven anföras, att på Fra Mauros verldskarta från midten af 15:de seklet träffas längst i kanten mot nordvest en ö Ixilandia, på hvilken man läser ett par namn, erinrande om dem på Zeniernas Frislanda. Namnet Grolanda träffar man här midt i Norge, ungefär vid Dovre fjell.

Vidare kan man mot Zenos karta anmärka, att de flesta ställens läge är för nordligt angifvet. Detta är ett fel, som först införts vid kartans tryckning år 1558. På originalet fans nämligen icke några längd- och breddgrader utsatta, såsom framgår af den redan förut åberopade text, som i Ruscellis upplaga af

Mare congelatum
Gronland
Suetia
Wildlap
Norvegia
Islandia
Scotia
hibernia
Anglia
datia
Gotia
prussia
Lituania
Europa
Saxonia
Russia
Germania
Boemia
Austria
helvetia
Galha
Italia
Grecia
hispania
A
O
Mare mediterra
rodis
Egiptus
Gazat
insule for.
zaca
Colchis
Albania
Capadocia
Armania
pamphilia
ludea
Arabia petrea
Sarmatia asiatica
Tartaria
Scithia intra imaum
Dacara
Sogdiana
Bactriana
hircania
parthia
Carmania
Gedrosia
Aria
Alexandria
Drangiana

Nordvestra delen af Laurent Frisii karta 1522.

Ur Claudii Ptolemæi geographicæ enarrationis libri octo, Bilibaldo Pirckeymhero interprete. Norenberge 1524.

Ptolemæus åtföljer kartan. Felet tyckes vara gemensamt för en stor del äldre kartor öfver norden och beror möjligen derpå, att, vid polhöjdens beräkning af midsommardagens längd, söderns geografer ej tagit i beräkning refraktionen och den långa ljusa morgon- och aftonskymningens ganska märkbara inflytande på den nordiska sommardagens skenbara längd. Detta fel å kartan är dock lätt hjelpt; man behöfver blott minska de *af Zeno d. y.* å kartan angifna breddgraderna med 5°, så ligger:

Grönlands sydspets	på Zenos karta	ungefär	vid	60°½	bör	vara	60°.
Islands norra del	»	»	»	67°	»	»	66°½.
Norra Skotland	»	»	»	56°	»	»	58°½.
Jutlands norra spets	»	»	»	58°½	»	»	57°½.
Norges sydspets	»	»	»	59°½	»	»	58°.
Shetland (Estland)	»	»	»	60°	»	»	60°½.
Midten af Färöarna (Frislanda)	»	»	»	59°	»	»	62°.
Disco på Grönland (Nha prom.)	»	»	»	69°½	»	»	69°½. [1]

Öfverensstämmelsen är i sanning öfverraskande. I afseende å längden åter, göres afståndet mellan Grönland och Norge mindre, än det är i verkligheten, men äfven i detta hänseende närmar sig Zenos karta det riktiga förhållandet *mer än samtliga föregångare.* Huru oriktiga begrepp man hade om afstånden mellan nordens länder, visas bäst af vidstående karta af LAURENT FRISIUS, intagen i upplagor af Ptolemæus, tryckta i Venedig 1522 och 1524.

Slutligen hafva åtskilliga författare tagit anstöt af en mängd på kartan förekommande namn, i synnerhet på Grönland och Island, af hvilka de flesta ej återfinnas i någon af de gamla berättelser, som vi hafva om dessa länders kolonisering. I afseende å namnen måste man skilja mellan tvenne slag, nämligen sådana som äro gemensamma med dem, som förekomma på Donis' karta, och sådana som tillkommit genom kartans apterande till reseberättelsen.

Namnen på Grönland äro följande: [2]

---

[1] På detta ställe har Zenos karta ett utsprång, märkvärdigt väl motsvarande verkliga förhållandet; möjligt är dock, att detta beror på en tillfällighet.

[2] Zenos och Donis' namn äro förut jemförda af J. LELEWEL i Géographie du Moyen Age, Bruxelles 1852, IV, s. 98. Men hos honom förekommer flere gånger felläsning af namnen. Försök till förklaring af Zenos namn ur fornnordiskan är gjordt af J. V. BREDSDORFF (Om det ældste bekjendte Kort over Grønland. Nordisk Tidskrift for Oldkyndighet, III s. 193). Donis' karta kände Bredsdorff icke, men några namn derifrån anföras efter Zahrtmann.

Zenos karta.	Donis karta.[1]	Närljudande fornnordiska ord, deras betydelse på svenska, m. m.
Neum p.		
Nha p.	Na pmō	*Nha-wahl* = Narhval.
Sadi p.	Sadi pmō	Skall troligen vara *Sādi*, hvilket möjligen erinrar om *sandr*[2] = sand, sandstrand. Detta namn är på Zenos karta förlagdt i granskapet af nuvarande Discoön, der stränderna ofta bildas af tusentals fot mäktiga tertiära sandlager.
Diuer f.		*Dyr* = djur, enligt gammalt svenskt skrifsätt diuer.
Feder f.		*Fjöðr* = fjäder, dun.
Hit p.	(Hic pmō)	*Hit* = påse, säck.
Fleste (Fiste) f.	Flestle fl.	*Fles* = lågt skär, eller *Flet* = säte, bostad.
	Nurdum p.	*Nyrði* = norra.
	Aner fl.	Möjligen den gamla Vesterbygdens *Anavik*.
Diauer p.	Oaner pmō	Förmodligen det samma som Diuer. Namn sådana som Dyrnes och Dyrafjördr förekommo förmodligen flerstädes vid Grönlands kuster, liksom dylika namn ännu äro allmänna i de arktiska trakter, der renar finnas.
Han f.	Han fl.	Möjligen af *Hani* (= tupp) och *Hæna* (= höna), hvilka ord användts som namn på olika fogelarter; namnen skulle då motsvara Alkudden, Lommebay o. dyl. på nutida kartor.
Hoen p.		
Nice f.		*Nes* = näs, landtunga.
Af p.	Aff pmō	Orden böra tydligen läsas tillsamman till *Afhvarf* (= vändställe), ett namn som återfinnes i den isländskt-grönländska litteraturen.
Auorf		
	Spichbodus fl. et ostia	*Spik-boði* = Späckskär, Späckbåda. Sammansättningar med -båda el. -boda (Svartbåda, Sälbåda) användas ofta i svenska skärgården att beteckna lågt liggande ytterskär.
Trin p.		*Tryni* = tryne.
Han f.		*Hani* = hane, tupp.

---

[1] Namnen förekomma äfven i texten af Donis' upplaga af Ptolemæus fol. LI, ett förhållande, som underlättar tolkningen af kartans svårlästliga stil. De namn i denna kolumn, som äro inneslutna inom parentes, anföras i annan ordning än den, i hvilken de förekomma på kartan.

[2] i och r betecknas i de isländländska handskrifterna ofta med ungefär samma tecken (Grönlands Hist. Mindesm., III s. 231).

Zenos karta.	Donis karta.	Närljudande fornnordiska ord, deras betydelse på svenska, m. m.
Munder p	Mundum pmõ.	Böra läsas tillsamman till Landemunder, hvilket tydligen är identiskt med *Lodmunder* f. hos Ivar Bardsön.
Lande f.	Lande f.	
Ghi (Glii) pr.	y pmõ	*Gljà* = glans (i synnerhet om is).
Hian pr.	Hien pmõ	Hren; *Hrienn* = ren, således sannolikt Ren-udden.
Naf f.		*Nef* = näsa, fogelnäbb.
Chan p.		*Kani* = träskål (= Ketilsfjord i de isländska urkunderna).
Bojer f.	Boier fl. et ostia, i texten Boies	*Boer* (genit. *boejar*) = by, gård.
Ther p.	Ther pmõ	*Tjara* = tjära (Tjärudden).
S. Tomas Zenobium		Något kloster med detta namn är ej kändt från Grönland.

Visserligen kan jag ingalunda påstå, att de af mig här framhållna ljudlikheter gifva oss den rätta härledningen af namnen å Zenos och Donis' kartor, och det torde vara förbehållet en grundlig kännare af det fornnordiska språket och den fornnordiska palæografien att närmare utreda det märkliga geografiskt-linguistiska problem, som här föreligger, — en utredning som bör ske utan någon förutfattad mening om Öster- och Vesterbygdens rätta läge. Ty förr eller senare torde det komma att visa sig, att den förebråelse mot våra förfäders förmåga att skilja väderstreck, som ligger i antagandet, att *Österbygden* skulle legat på Grönlands *vestkust,* varit fullkomligt obefogad. Men äfven om en eller annan af de utaf mig påpekade ljudlikheterna beror på ren tillfällighet, torde dock den sista kolumnen i ofvanstående tabell visa, att Zenos och Donis' kartor grunda sig på uppgifter af *nordiske* sjöfarande. Märkligt är, att så få af de namn, som anföras i de isländsk-grönländska urkunderna, återfinnas på dessa kartor. Men under tre till fyra hundra år ändra sig ortnamnen mycket, i synnerhet i ett land bebodt af jägare och fribytare, och dessutom tyckas uddar och fjordar varit utsatta på det nordiska kort, som legat till grund för de här ifrågavarande kartorna, då deremot företrädesvis boningsplatser och gårdar nämnas i de isländska sagorna.

Hvad sjelfva den resebeskrifning beträffar, som gifvit anledning till denna märkliga kartas offentliggörande, så hafva i afseende å densamma trenne olika åsigter gjort sig gällande, nämligen:

1. Att med Frislanda betecknas *Färöarna* och att resan i hufvudsak är sannfärdig, på några öfverdrifter, misskrifningar och missuppfattningar af de främmande namnen när, samt att bröderna Zeno verkligen besökt *Grönland*, och de i berättelsen omtalade frisländska fiskarena Newfoundland, Canada och nuvarande Förenta staterna.

2. Att med Zenos Frislanda menas *Nord-Frisland*, med Engroueland *norra Norge* och *Ryssland* och med Estotiland de forna *Bjarmernas land*, och att kartan är ett falsarium.

3. Att hela berättelsen är ett falsarium, antingen af Antonio Zeno eller af Nicolò Zeno d. y. eller af Marcolini.

Af dessa olika åsigter hyllar jag obetingadt den förstnämnda. Hela berättelsen är enkel och flärdfri och saknar de öfverdrifter, som man alltid finner i diktade resebeskrifningar. Visserligen tilldelas Zichmni furste- och höfdingetitel, och visserligen benämnes en del af hans plundringståg med det efter våra begrepp helt säkert oriktiga namnet krigsföretag, men på denna öfverdrift [1]) när lemnar reseberättelsen en okonstlad beskrifning öfver det lif, som fördes hos en af den tidens fribytare, hvars herradöme var inskränkt till den ö, der han slagit sig ned, och åtskilliga närbelägna kustorter, hvilka genom frivilliga tributer undgingo att blifva plundrade. Att vilja identifiera Zichmni med en jarl på Orkney-öarna är helt säkert att göra honom för stor ära. Han var uppenbarligen rätt och slätt en af de djerfva fribytare — jag vill undvika det kanske mer betecknande namnet sjöröfvare —, af hvilka det fans så god tillgång under 14:de och 15:de seklen, och hvilkas namn, med få undantag, aldrig blifvit upptecknade på historiens blad. Redan 20 år efter Grönlands upptäckt talas det om sjöröfvare i farvattnen deromkring, och sedan dess tyckas de nordliga hafven långt in på 16:de seklet hafva plågats af fredlöse fribytare från olika länder, men företrädesvis från Skandinavien. Deraf att Zichmnis »slott» ej omnämnes i resebeskrifningen, kan man sluta, att han ej ens egde någon märkligare bostad, utan med anledning af den första *och enda lyckliga* strid, som i boken omtalas, slagit sig ned på någon af Färöarna, lämpligt belägen för »företag» åt Shetlandsöarna, Island, Skotland, Norge o. s. v. De frisländska fiskarenas besök i Estotiland, Drogio och det närbelägna stora fasta landet bär en omisskänlig prägel af sanningsenlighet.[1] Deras med en mängd märkliga detaljer uppfylda beskrifning öfverensstämmer till fullo med hvad man i Europa först under 17:de och 18:de seklen lärde känna om vildarnes lefnadssätt i Canada och Amerikas Förenta stater. Medan eskimåerna och tschuktscherna, åtminstone numera, med utmärkt skicklighet binda nät för säl- och fiskfängst, kände invånarne på halfön Californien, då jesuitmissionerna derstädes anlades, icke konsten att fånga fisk med nät eller krok.[2] Berättelsen om det uppseende, som Frislandas stormdrifna fiskares skicklighet i fiskfångst gjorde bland vildarne, innebär derför, om deras resor förläggas till Amerika, intet osannolikt, lika litet som uppgiften att vildarne gingo nakna och ej kände bruket af metaller. Beskrifningen på deras från gamla verldens så afvikande sociala förhållanden, och på deras många till språk, seder och lagar skilda stammar, som ständigt förde krig med hvarandra, är, såsom vi numera veta, fullkomligt enlig med de förhållanden, som fordom existerade bland folken i norra och mellersta delarne af Nordamerikas fastland. Men år 1558 hade dylika berättelser icke kunnat *diktas*, ens af dåtidens lärdaste och skickligaste kännare af verldens olika folkslag. Uppgifterna kunna ej heller hänföra sig till någon annan verldsdel än Amerika, allra minst till Ryssland, som vid den tiden ännu suckade under tartarernas ok, der invånarne ej gingo nakna, utan voro klädda i långa skinnpelsar eller kaftaner af tyg, der man kände metaller af allehanda slag, der en asiatisk lyx var rådande, en högt utbildad kyrklig kult florerade o. s. v.

---

[1]) Dylika öfverdrifter förekomma i de flesta äldre resebeskrifningar. Det är t. ex. komiskt att läsa VARTHEMAS beskrifning af den arabiska *drottning* (rättare: hustru till byns förnämste man) i trakten af Aden, med hvilken han kom i en ofta ganska burlesk beröring

---

[1] Äfven från nittonde århundradet ega vi en utförlig skildring af de intryck sjöfarare rönt, som stormdrifvits till en för dem alldeles ny verld, lyckligen återkommit till hemlandet och kunnat för sina landsmän redogöra för de under de sett (i detta fall kejsarhofvet i Petersburg, luftballonger, teatrar, skedar och gafflar), nämligen i den uti Vega-färden (I, s. 154) omnämnda japanska bok, som beskrifver en ofrivillig resa kring jorden, som några till Aleuterna stormdrifna japaneser gjorde på ett ryskt örlogsfartyg. Oaktadt afståndet från mellersta Japan till Kamtschatka är föga mindre än från Färöarna till Newfoundland, och de forna japanska fartygen helt säkert voro sämre än europeernas mellan åren 800 och 1500, hafva på detta sätt japaneser flere särskilda gånger förts till de ryska besittningarna i norra Stilla oceanen. En dylik stormdrifning till Amerika måste *ofta* hafva drabbat europeiska kustfarare af olika nationer, ehuru endast få af dem lyckats återvända och omtala hvad de sett.

[2] Jemför: Nachrichten von der Amerikanischen Halbinsel Californien, geschrieben von einem Priester der Gesellschaft Jesu, Mannheim 1773, s. 316.

Så vågadt det ock kan synas att antaga, det ett *kloster* af den beskaffenhet som St. Tomas' funnits på Grönland, så är det dock tydligt, att beskrifningen derom ej kan vara diktad, äfvensom att stället varit beläget i ett högnordiskt land, *sannolikt* Grönland. Beskrifningen kan endast vara författad af någon, som sett och noga satt sig in i uppvärmning af bostäder och och växthus medelst varmvattenledningar — en erfarenhet hvilken, så vidt vi veta, då icke stod att vinna i något af Europas länder. Skilnaden mellan det »svafvelhaltiga», till dryck odugliga varma vattnet och det vanliga källvattnet hade en frihandstecknare ej påfunnit: uppgiften att kallvattenrören leddes under jorden för att vattnet om vintern ej skulle frysa, kan ej vara hopdiktad i Venedig under en tid, då äfven den lärdaste ej hade aning om temperaturförhållandena i lagren närmast jordytan; den öppna vak, som de varma källorna äfven om vintern underhöllo i hafsisen, hade man kanske kunnat tänka sig, men den med verkligheten så väl öfverensstämmande uppgiften, att sälar (»fisk») och foglar om vintern i stora skaror samla sig i dylika vakar, måste antingen bero på egen erfarenhet eller på studiet af den arktiska litteraturen från det sista århundradet, den kan ej vara på måfå hopskrifven år 1558. För öfrigt är det kändt, att varma källor ännu finnas på Grönland, och Ivar Baardsön talar om heta källor på holmar i Rafnsfjord, hvilka tillhörde dels ett Benediktinernunnekloster dels domkyrkan (Grönlands Historiske Mindesmærker, III, s. 255). Beskrifningen af grönländarnes kajaker, dessas byggnadssätt och den lätthet, med hvilken man med dem kan lägga till vid en öppen kust, bär tydligt vittne om att vara gjord af en person, som verkligen sett dessa egendomliga farkoster användas. Hvad slutligen ankringen i hamnen Trin beträffar, så innehålla de få ord, hvarmed uppehållet der beskrifves, äfven enskildheter, som angifva, att man kommit till något ställe vid Amerikas nordostkust. Den folkras, man der påträffade, var nämligen uppenbart eskimåer. Rikedomen på sjöfogel och fyndet af ägg i sådan mängd, att den lilla flottans halft förhungrade besättning kunde äta sig mätt af dem, äro drag så fullständigt afvikande från förhållandena i södern och öfverensstämmande med dem i norden, att uppgifterna äfven här måst grunda sig på verklig iakttagelse.

Af det som sålunda anförts framgår:

1. Att Zenos karta måste grunda sig på ett gammalt sjökort öfver norden, upprättadt före 1483 och sannolikt hemfördt från Frislanda af Antonio Zeno.

2. Att man ej känner någon oförändrad kopia af sjelfva originalet, men väl tvenne mer eller mindre förändrade, nämligen Zeno den yngres karta tryckt åren 1558 och 1561, och Donis' tryckt år 1482. På den förra har den gamla fördelningen af land och haf blifvit i det närmaste oförändradt bibehållen, men deremot har kartan blifvit lämpad till reseberättelsen genom tillfogande af åtskilliga i texten förekommande namn, genom tillägg af öarna Icaria, Bres, Brons, Trans, Iscant m. fl., genom att för Färöarna och Shetlandsöarna insatts oproportionerligt stora, hvad man kunde kalla specialkort, och slutligen derigenom, att man tillagt längd- och breddgrader, de senare öfver hufvud taget för nordliga. Alla dessa förändringar saknas hos den första upplagan af Donis' karta. Men här har i stället den godtyckliga förändring verkställts, att Grönland vridits längre mot norr, för att gifva detta land ett läge mera öfverensstämmande med senare erhållna kompassuppgifter och med tidens geografiska fördomar.

3. Att, om båda dessa kartor ej äro sjelfständiga bearbetningar af originalkartan, så måste den på namn och detaljer rikare och riktigare Zenos karta vara äldre.

4. Att det af Zeno hemförda sjökortet öfver norden måste i kartografiskt hänseende för sin tid ställas ofantligt högt, nästan jemförligt med Andrea Biancos sjökort öfver Medelhafvet.

5. Att Zenos karta måste utgöra resultatet af en erfarenhet, vunnen genom upprepade resor till dessa trakter af insigtsfulla sjömän, förmodligen före kompassens införande i norden.

6. Att man deraf måste sluta, att långt fram i fjortonde, kanske in på femtonde århundradet en vida lifligare sjöfart egt rum till nordvestligaste delen af Amerika, än man vanligen föreställer sig.

7. Att det gamla sjökort, som amiral Zahrtmann sett på Kjöbenhavns bibliotek och som sedermera ej återfunnits, varit Nicolai Donis' karta öfver den skandinaviska norden, första gången tryckt år 1482.

8. Att Grönlands ostkust vid den tiden varit isfriare än nu, eftersom denna nu otillgängliga kust kunnat riktigt kartläggas. 1)

9. Att N. Zeno d. y. i den af Marcolini utgifna boken lemnar en i hufvudsaken sanningsenlig skildring af tvenne venetianers vistelse hos en nordisk fribytare, hvilken slagit sig ned på någon af Färöarna och derifrån gjorde plundringståg till omgifvande trakter, hvarunder man bland annat äfven besökte ett sannolikt på Grönlands ostkust liggande, högst märkvärdigt kloster och en hamn, belägen någonstädes vid landets sydkust.

10. Att fiskare från fribytarnes hufvuduppehållsort blifvit af storm drifna till Amerikas fasta land och der, på Newfoundland och i Canada, sett rester af små. jemförelsevis bildade samhällen, som ursprungligen grundlagts af europeer, äfvensom att dessa fiskare af omständigheterna tvungits att under fem år göra vidsträckta resor på mellersta delen af Amerikas fastland, af hvars dåvarande sociala förhållanden de lemnat några ganska träffande bilder.

---

1) Detta antagande kan synas vågadt, men det bekräftas direkt af IVAR BAARDSÖNS beskrifning öfver Grönland: »Så säga vise män, att det är två dagars och två nätters segling rätt i vester från Snefelsnes på Island till Grönland, och der ligger Gunbiernes skär rätt midt på vägen. Detta var den gamla kursen, men nu har det kommit is norr ifrån så nära detta skär, att man icke utan lifsfara kan segla denna gamla led» (Grönlands Hist. Mindesmærker, III. s. 250). Att plötsliga förändringar, till och med i läget af landfast is, kunna inträffa, det kan jag af egen erfarenhet intyga. En ypperlig hamn i Belsound på Spetsbergen, i hvilken vi under Torells expedition 1858 ganska länge lågo för ankar, blef några år derpå otillgänglig till följd deraf, att en förut alldeles oansenlig glacier sköt ned i hamnen och fylde densamma.

◆

Europe carta que dicitur dannemarchia vel dacia.

Dannemarchia que et dania dicitur in tres divisa partes Skaniam vel Skandmarchiam sive Skandinaviam, hakinskram et Iuciam. Iucia enim que est Chimbrorum chersonesus dicebatur, fines habet ab occidente Germanici oceani iuxta litoris descriptionem hanc Post albim flumen

Ripis	32		56	50
Vendesusel	31		58	20
Salinghesusel	35	40	58	21
Skagen	39		58	17
Pars que eius maris septemtrionalibus	40		59	

Ab oriente tractatur mare balticum iuxta descriptionem hanc

Eliburgh	40	30		49
Arus	40	20		24
Kaldingh	39	40		14
Veldskis	39	30		
Obersma	38	20		50
Flenseborgh	38			14
Slesuigh	36	30		24
Eghernesiordh	37			
ipsone	36	40	56	40
Kil civitas	36		56	30
Civitas				
Train fluvii ostia	31		56	

Insule vero adiacent in baltico quod mari pliscoma quarum maxima earum est 2 insule sic

Medelspher porta	39	50	57	50
Agarnes promontorium	40	10	57	50
Bogens villa	40	10	57	50
Elmose sinus	40	10	57	40
Kinsholm promontorium	40	50	57	50
Viborg portus	41	10	57	35
Gulnborg portus	41	10	57	50

Europe dania que dicitur

Agernake villa	40	50	57	55
Asnes villa porta	39	50	57	30
Notatur autem quod hec proprie Olidkonis Insula vni eius mediterranea				
civitas est dicta Ottoma vel Odhenzhov i. Odonis insula / tenet				
ipsius occidentalia wuezellinghi / Skoginghi et fogellinghi .				
Orientalia vinighi . meridionalia Salinghi in qua parte est Salinge				
patria villa Claudii clavi suarthonis melius per turkonis				
filii et Margarete Ingredis tunc Osee Stravgonis vinnigli				
gentis prin istarum partium eriorum plus in gradibus	40		57	30
Et septentrionalia eius tenet Skoginghi . media autem tenent				
Odhonighi	40	5	57	30
Circa autem hanc insulam sunt plures parve insule et magne decenter				
subconsequenter descripte in eodem mari Baltico				
Huelm Insula	40	10	58	10
Alse Insula	39		57	20
Hwede insula	39	10	57	30
Thasindh insula	41		57	10
Lanidh cuius altelia	41	50	57	30
Et ipsius meridionalia	41	30	56	40
Sprone deserta	42		57	30
Lalandia insula cuius occidentalia .	43		57	
Et eius orientalia	43		57	
Ex adviente Eghernefiordh in mari appellato Flobierghbeke est				
Femerem insula	37	30	56	55
Et illius parva Insula	39		56	50
Extra Kalindbie / Latera Kallindbie quod contiguatur Norwegie				
i lotth inxo promotorium starcoteis cuius sunt gradus	36		61	40
et protensa linea ab illo loco usque ad medium regnis				
Lacus Suarte in situ cuius gradus sunt	46	10	66	
Eius meridionalia quod iuxta spatium Rottcano aliud sic describitur ptis star				
tocteris promotorium / Rossolentius	37	15	61	50
Olani villa	38	50	61	10

dannemarchia vel dacia.

Somerzham portus	20	60		
Lodese civitas	21	60	30	
Hamer civitas	23	60	10	
Grotholm	22	60	10	

Sitq̄ statim meridi^lis latq descripto in ore sinus ubi capiunt^r allecia

Helsingborgh	24		59	
Eirkstadh	26	30	58	40
Ellebu portus	27	5	58	20
Skanor portus	27	10	58	20
Falsterbode	28		50	20
Abenetesir describit^r usq ad eum nulla	50		59	

Ab hac cur^te Oues usq admediu latq p̄te regionis Gotie p linea extensaz t̄minat^r ipsum regionis danorum i Chersone. Insula ma insule mediterranee hec sunt

Lundis civitas	27	20	59	30
Madhskeruch	29		51	
Insule ultra halandie Limsburgh insula	37	30	61	20
Trendel pria	20	20	59	20
Udhesteann	22	40	58	40
holmz insula	22		60	

Sellandia q̄ a commune mario sic appellata i Oresundh si^e situs describ^r

Slaghlosia no longe a mari cuius gradus s^t	23		58	
Vestuedh	24		57	20
Vardhinghburgh	24		57	20
Cryeas portus	24	30	57	30
Krabingh portus	26		58	
Helsinghor	24		58	20
hollbek	22	20	58	30
Mediterranea eius civitas e Roskildh	24		56	
Somor abbatia hic sepeliunt^r Reges danie	22	20	57	50
Essieron abbatia	22	20	57	30
Insula falster	26		57	20
Monh insula	27		58	

Europe suessia que est gothia.

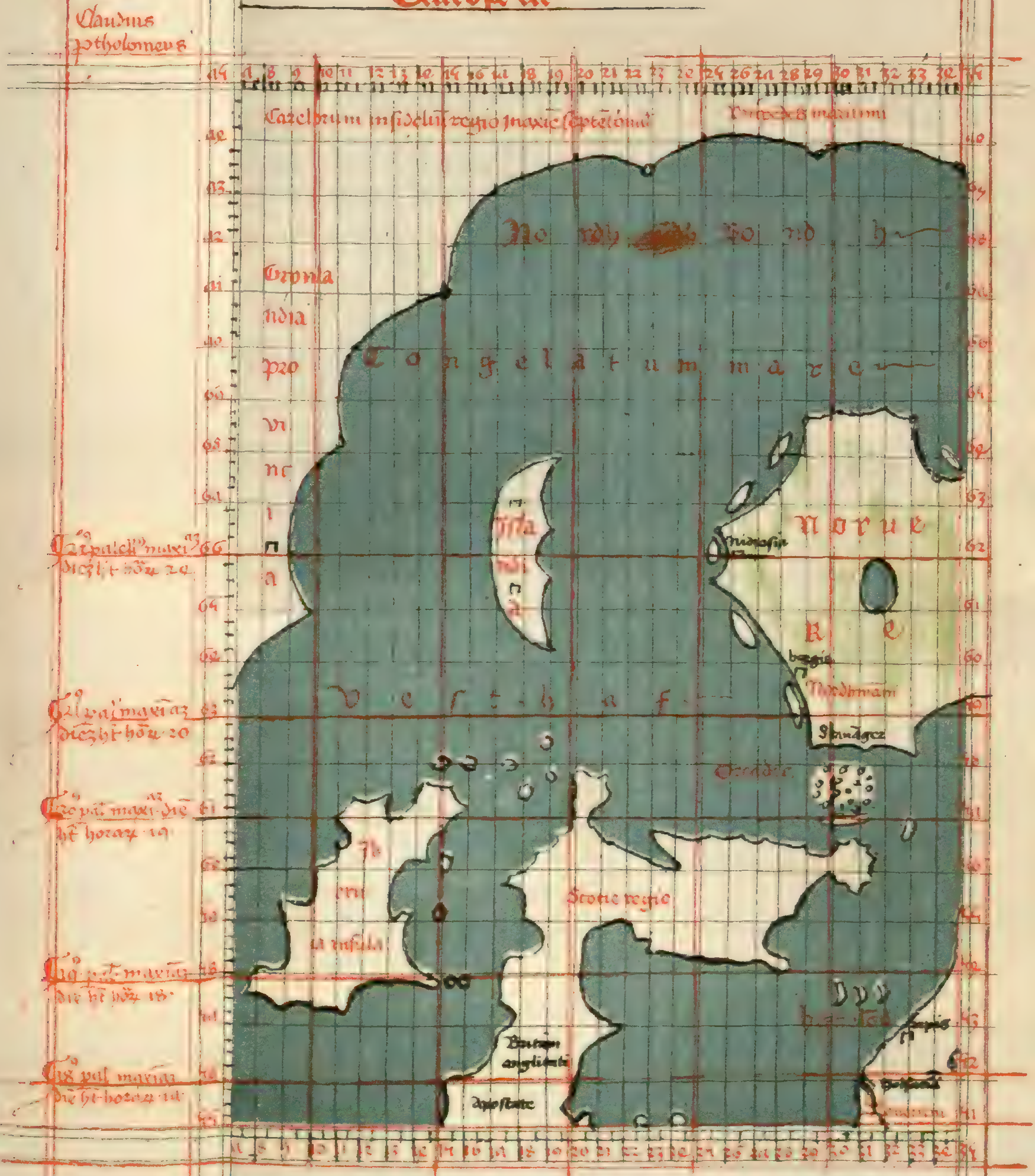
Dragsior pmu	46		48	4
Bornholm	49	4	48	20
Suecia que olim Gothia e dicta in modo sit ab occasu pfatum Danie latus et oriente Norwegie extendit pte usque septentrione usque ad sexa-				
ginta gradus sunt	41		71	
Ps eius meridionalis littoris quod extenditur in sarmaticum occe-				
anum cuius descripcio fieri e post ysta Querts ciuitas	42		60	
Kalmarn ciuitas	49		60	20
Strengenes ciuitas	47		62	
Arus ciuitas	60		62	20
Castrum wibor et insula	61	30	62	20
Ps eius aquilonaris in mari gelato extenditur hoc modo post fines maris aquilonaris Norwegie et Suecie predictus prima eius ex-				
tensio usque orientem gradus habet	52		70	20
Post extensionem prima extensio	46		70	
Dalinsfly ostium	47		68	
Eam deinde subscribitur	49		61	
Que ad ortum flectitur in ostio orientalis rasib flumen	60		67	
Ostium orientale rasib flumin	62		67	
fflexus flumin	61		66	
Est et Wismigli lacus magnus et dulcis in gothia	41		62	30
Et Wetone lacus eiusdem magnitudinis in gothia	51		66	30
Mediterranee ciuitates in hoc regno sunt hee				
Upsale				
Skare				
lynckobingli				
Wesgode				
Strengenes				
Dugard				
Werson				
Abo				
Tenet autem eius australia Dalingi				

Europe norvegia.

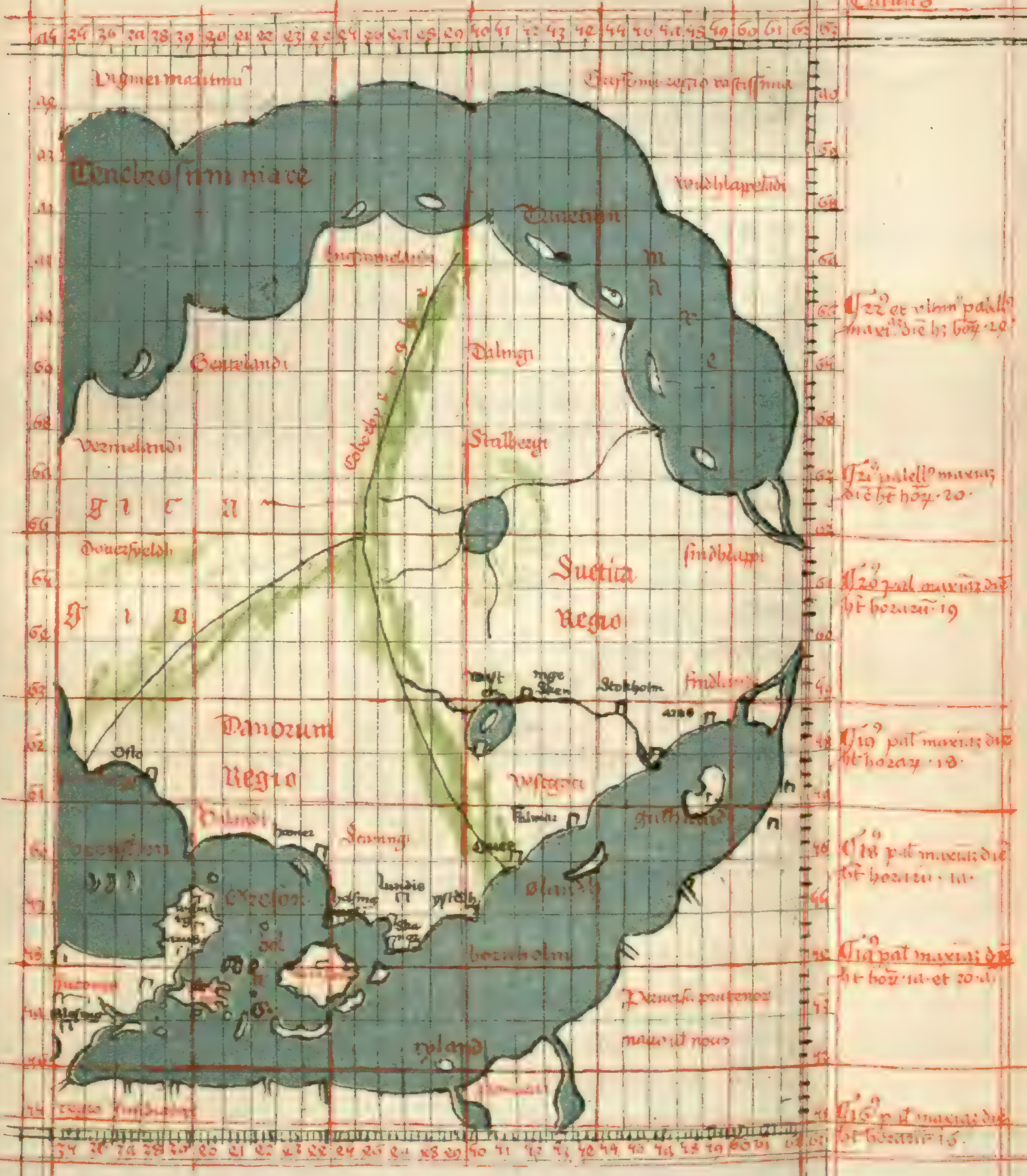
Stalbergi retro quos orientalia Finlappi silvestres et Finnones, et meridionalia Vestgoti. Insule adiacent Suecie.

In occeano qui est sarmaticus Gutland insula. Et				
ulla terra versus	49		57	
Oland insula	44		60	
In mari quod est circa quatuor insule habitabiles quarum prima	43		71	20
gradus est	44	30	70	20
Secunda vero gradus est	47		69	
Et tertia gradus est	49		67	30
Quarta vero et ultima quorum est				
Norvegie situs				
Regio eius que usque mediam terminatur in occeano deucaledonio				
sic se habet. Post starcoteris promontorium				
Liste sinus	34		63	30
Corshavn portus	33		62	30
Stauanger ciuitas	29		62	30
Unde et eius latus sic describitur	29		64	
Bergen ciuitas	24		64	
Ultimum regni promontorium	29	20	66	20
Medrosia metropolis	26		66	
Promontorium quod subsequitur	25		68	20
Septentrionalis lateris descriptio sic se habet post primum promontorium				
in nordmerlebosind	29		68	
Item secundum	33		68	20
et eius sinus	36		67	40
Item tertium	36		69	
et eius sinus	38		68	40
Item quartum	39	30	70	24
et eius sinus	43		70	
Item quintum	44		71	
et eius sinus ultimus	47		71	
Est autem latus penultimum in norvegia situm	32		64	30

Europa


Claudius ptholomeus
Carelorum infideliu regio maxie septetōnal
Congelatum mare
Gronlandia provincia
Ysla ndi a
Vesthaf
Norue Regio
Nidrosia
Bergis
Stauanger
Orcades
Ibernia insula
Scotie regio
Britan anglicani
Clima paralleli maxi 23 dies h. hor. 20
Clima paralleli maxi 22 dies h. hor. 20
Clima paralleli maxi dies h. horar 19
Clima paralleli maxi dies h. hor. 18
Clima paralleli maxi dies h. horar 17

bula ·XI·



Claudius
Clauus
Tenebrosum mare
Vindhlappelandi
Dalingi
Stalbergi
Suetia
Regio
Findhlappi
Stokholm
Findlandi
Vermelandi
Danorum
Regio
Oslo
Vestgoti
Olandi
Gotland
bornholm
¶ 22 et vltim' parall' maxi' die h; hor· 20·
¶ 21 parall' maxim; die ht hor· 20·
¶ 20 pal maxim; die ht horarum 19
¶ 19 pal maxim; die ht horarum 18·
¶ 18 pal maxim; die ht horarum 18·
¶ 17 pal maxim; die ht hor· 17 et 30 m·
¶ 16 pal maxim; die ht horarum 16·

Insule adiacentes norwegie hee. Islandia cuius hec est				
descriptio eius quidem magis aquilonale est promontorium	19	10	67	10
Quod inde sequitur 19 ſk 20 in illo est vigium sequens	19		67	30
Quod autem magis meridionale est	19		[illegible]	[illegible]
Et quod in dorso eius est usque occidentem gradus habet	17		66	
Et aliud iam predictum sequens promontorium in eadem parte			67	
Sunt autem in hac insula civitates mediterranee hee				
Hollensis	18		64	20
Scalotensis	19		67	
In hac enim insula eius omnes sunt quidem in penuria et albi et ipsi admodum ferarum comedunt pisces exiccatos. Femine in qua singule nascuntur femine et nunquam mares	22		67	10
Farre ø	22	10	68	
Gunnersham insula in qua sanctus Olavus rex et martyr debellabat firmissimum infidelem invisibili adiutorio dei quod oculis incisse fanet	24	30	63	10
Ladeshorn insula	26	30	64	30
Trinetheym insula	30		66	
In sinu primo et secundi promontorii sunt due insule primo quidem	26	30	67	
Secunda est in gradibus	28		68	
In secundo sinu est insula in gradibus	32	30	68	
In tertio sinu est insula in gradibus	38		69	
Et in quarto sinu est insula in gradibus	43	30	70	30
In quinto sinu est et insula posita	46		71	
Et in ultimo sinu est insula in gradibus	48	30	72	
Groulandie sive prope eius maritime meridiei gradibus	7		63	14
Primum eius promontorium	10		64	
Secundum eius promontorium	11		68	
Tertium eius promontorium	14		71	

Ubi hec autem promontorium usque orientem extenditur patet usque russia usque in russland confinie. Tenet autem aquilonaria eius carelli infideles qui regno coniunctum sub polo aquilonali usque scires omnes quarum polo nobis aquilonali est 216 meridiei gradibus 60
Batparentes : explicit claudius

BIHANG TILL K. SVENSKA VET.-AKAD. HANDLINGAR. Band 8. N:o 3.

STUDIER

ÖFVER

CEPHALODIERNA.

BIDRAG

TILL KÄNNEDOMEN OM

LAFVARNES ANATOMI OCH UTVECKLINGSHISTORIA

AF

K. B. J. FORSSELL.

MED 2 TAFLOR.

MEDDELADT DEN 15 DECEMBER 1882.

STOCKHOLM, 1883.
KONGL. BOKTRYCKERIET.
P. A. NORSTEDT & SÖNER.

Innehållsförteckning.

Sid.
Förord ... 3.

I. Definition på cephalodierna ... 5.
Redogörelse för föregående författares undersökningar ... 6.

II. Egna undersökningar ... 20.
Lobaria (SCHREB.) ... 20.
Nephroma (ACH.) NYL. ... 31.
Peltidea (ACH.) NYL. ... 35.
Solorina ACH. ... 41.
Lecanora (ACH.) TH. FR. ... 50.
A. *Placodium* (HILL) TH. FR. ... 50.
B. *Psoroma* (ACH.) NYL. ... 55.
Caloplaca TH. FR. ... 64.
Lecania (MASS.) TH. FR. ... 64.
Lecidea (ACH.) TH. FR. ... 65.
Stereocaulon SCHREB. ... 72.
Pilophorus (TUCK.) TH. FR. ... 75.
Argopsis TH. FR. ... 77.
Sphærophorus PERS. ... 78.

III. Sammanfattning ... 78.
Cephalodiernas benämning ... 79.
Cephalodiernas förekomst ... 79.
Förekomma cephalodier endast hos Archilichener? ... 83.
Cephalodiernas läge, färg och form ... 87.
Cephalodiernas indelning ... 88.
De i cephalodierna förekommande algerna ... 92.
Cephalodiernas hyfväfnad ... 96.
Cephalodiernas uppkomst och utveckling ... 97.
Förhållandet mellan de cephalodiebildande algerna och hyferna ... 98.

Sid.
Cephalodierna och Schwendenerska lafteorin ... 102.
Med cephalodierna i vissa afseenden analôga företeelser 105.
Slutord ... 107.
Förklaring öfver använda förkortningar vid oftare citerade arbeten ... 109.
Explicatio figurarum ... 111.

> At futura lichenologiæ fata latent.
> E. FRIES *Lich. Eur.* s. CXX.

Det lichenologiska studiets framtida utveckling kan med hänsyn till detta studiums nuvarande ståndpunkt icke i någon mon förutsägas. Både i systematiskt och anatomiskt-morfologiskt afseende äro nämligen åsigterna om lafvarne mycket delade, och ganska länge torde det dröja, innan meningarne hunnit bringas till önskvärd öfverensstämmelse.

De olika *system*, efter hvilka de olika författarne indelat lafvarne, hvila på vidt skilda principer, utan att ännu något kan sägas hafva tillvunnit sig ett mera allmänt erkännande. De karakterer, som anses konstituera *slägtena*, äro hos olika lichenologer mycket vexlande, och såsom en följd häraf visar slägtbegränsningen i olika arbeten högst betydande skiljaktigheter. I fråga om *artbegränsningen* ha i senare tider meningarne blifvit nästan ännu mer delade, och sedan en del lichenologer börjat såsom artkarakterer använda de olika färgförändringar, som vissa kemiska reagenser framkalla, har man kommit in på en afväg, som leder till de betänkligaste konseqvenser. Det är lätt att inse, hvilken oreda af allt detta måste blifva följden.

Beträffande lafvarnes anatomiska byggnad, utveckling o. d. äro åsigterna nästan ännu mer divergerande, och man har icke ens beträffande de allra vigtigaste momenten i lafvarnes utveckling ännu kunnat ena sig. Såsom bekant har nämligen frågan, om lafvarne äro *enkla* organismer, eller med andra ord om de äga *individuel sjelfständighet*, gifvit anledning till en häftig och långvarig tvist bland botanisterna. Under det att nämligen lichenologerna i allmänhet anse dem bland thallophyterna bilda en särskild, med alger och svampar jemställd grupp, betrakta SCHWENDENER och med honom de flesta andra växtanatomer och fysiologer lafvarne såsom ett slags *komplexa bildningar*, bestående af en svamp (hyfer) och en alg (gonidier). Ännu mer intrasslad har frågan om lafvarnes natur på sista tiden blifvit genom de af MINKS[1]) framstälda åsigterna om lafgonidiernas uppkomst och utveckling.

Ingen annan del af botaniken kan uppvisa ett sådant chaos af sinsemellan stridiga och oförenliga åsigter, ingen del af botaniken är heller i sådant behof af en grundlig reform som just lichenologien. Väl har genom den SCHWENDENERSKA lafteorin större lifaktighet börjat utveckla sig på detta område och ett oväntadt ljus blifvit kastadt öfver vissa delar af detsamma, men ännu återstår ett omätligt fält att bearbeta och en oändlig mångfald af uppgifter att lösa, innan man kan hoppas på någon stadga och enhet i åsigterna rörande lafvarne.

En sådan uppgift är utredandet af cephalodiernas natur. Sedan långliga tider ha de visserligen icke helt och hållet undgått uppmärksamheten och hos vissa lafvar understundom äfven gjorts till föremål för ganska noggranna undersökningar. I stort taget äro de icke desto mindre ännu föga kända, och deras natur har länge utgjort ett bland lichenologernas många tvisteämnen. Det har under sådane förhållanden synts mig icke olämpligt att underkasta cephalodierna en närmare granskning för att söka lemna ännu några bidrag till kännedomen om dessa egendomliga bildningar.

Vid mina undersökningar har jag mestadels sökt följa cephalodierna från de första utvecklingstadierna till deras fullt utbildade former. Brist på tid och tillräckligt material har likväl ofta nödgat mig inskränka mina undersökningar, hvarjemte arbetet ej sällan försvårats deraf, att i allmänhet endast torkade exemplar stått till mitt förfogande.

---

[1]) MINKS arbeten:

Beiträge zur Kenntniss des Baues und Lebens der Flechten. I. Gonangium und Gonocystium, zwei Organe zur Erzeugung der anfänglichen Gonidien des Flechtenhallus (Verhandlungen der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien. Band XXIV. Jahrgang 1876).

Das Microgonidium. Vorläufige Mittheilung (Flora 1878, N:o 14—20).

Das Microgonidium. Ein Beitrag zur Kenntniss des wahren Wesens Flechten. Basel 1879.

Morphologisch-lichenographische Studien (Flora 1880, N:o 9—34).

Symbolæ licheno-mycologicæ. Beiträge zur Kenntniss der Grenzen zwischen Flechten und Pilze. I—II. Kassel 1881—82

innehålla emellertid så många oväntade uppgifter, och resultaten af hans undersökningar äro så afvikande från nästan allt, hvad man genom andra författare anser sig känna om lafvarne, att hans uppgifter måste mottagas med största försigtighet, och då hans undersökningar dessutom ännu icke kunna anses till någon del tillbörligen konstaterade, har jag sett mig nödsakad att i allmänhet med tystnad förbigå honom.

Det material, som ligger till grund för mina undersökningar, utgöres till en del af egna och Upsala Universitets samlingar men till ojemförligt största delen af Professor TH. M. FRIES' rika lafherbarium, hvilket med vanlig liberalitet stälts till mitt förfogande. Det utgör för mig en kär pligt att härmed betyga honom min uppriktigaste tacksamhet såväl härför som för de många värderika råd och upplysningar, med hvilka han städse bistått mig under hela den tid, som jag härstädes idkat botaniska studier. Likaledes får jag betyga Herr Docenten F. R. KJELLMAN och alla andra, som på ett eller annat sätt främjat mitt arbete, min lifligaste erkänsla.

I.

Hos åtskilliga lafvar finner man utom de normala gonidierna andra till en annan »algtyp» hörande, assimilerande celler, som vid en närmare undersökning befinnas vara utifrån inkomna algceller. Dessa föranleda uppkomsten af bildningar, som genom sin form, färg o. s. v. ofta utan svårighet observeras, och som äro kända under namn af *cephalodier*.

Deras form och öfriga yttre kännemärken äro emellertid underkastade en så stor vexling, att man derifrån icke kan hämta några för dem utmärkande karakterer. Man jemföre cephalodierna hos t. ex. *Lobaria amplissima* (SCOP.), *L. pulmonaria* (L.), *Lecanora gelida* ACH., *L. hypnorum* (HOFFM.), *Peltidea venosa* (L.) och *Solorina crocea* (L.).

Det för cephalodierna i främsta rummet utmärkande är de i dem förekommande, från lafvens normala gonidier typiskt skilda *algcellerna*. Såsom cephalodier kan man således icke betrakta de knöllika upphöjningar, som träffas på bålen af t. ex. *Usnea*-arter, *Parmelia saxatilis* (L.), och som vanligen gå under detta namn, lika litet som alla andra dylika bildningar, hvilka icke innehålla några utifrån inkomna algceller. Både i anatomiskt, morfologiskt och fysiologiskt afseende äro de nämligen så vidt skilda från cephalodierna, att deras sammanförande under samma namn som de senare måste anses mindre lämpligt.

Vi fatta sålunda *cephalodierna* i detta arbete i en något inskränktare bemärkelse än föregående författare och förstå dermed *de hos vissa lafvar förekommande och under olika former framträdande bildningar, som innehålla en eller flera alger af annan »typ» än lafvens normala gonidier, och som uppstått genom samverkan mellan hyferna och algen (algerna).*

Sedan vi nu definierat cephalodierna, vilja vi till en början lemna en redogörelse för föregående författares undersökningar öfver dem och uppskjuta till längre fram försöket att närmare utreda, i hvad förhållande algcellerna stå till lafvens hyfer och normala gonidier, äfvensom andra i samband dermed stående frågor.

Namnet *cephalodium* användes först af ACHARIUS 1803 i Meth. Lich. I s. XIX. Med cephalodier förstår han der »*apothecia plano-convexa vel plus minus globosa, crusta proligera colorata externe et supra obducta, in podetiis a thallo formatis terminalia (rarius sessilia sparsa et quasi turbinata ut in Stereocaulo) persistentia (Bæomyces). Patelluliformia, sessilia, demum convexa irregularia in Usneis quibusdam occurrunt.*» I denna bemärkelse var således cephalodium ett temligen obestämdt begrepp, som omfattade dels apothecier med hvälfd disk och mer eller mindre tillbakaträngd kant dels af en parasitsvamp bildade, knöllika upphöjningar på bålen.

Ehuru således ACHARIUS infört namnet cephalodium i den botaniska nomenklaturen, sammanfattade han till en början derunder bildningar, som utan undantag *icke* böra räknas dit.

Han har emellertid på olika tider uppfattat cephalodierna temligen olika, men till någon klar och tillfredsställande insigt om dem kunde lika litet han som någon af hans samtida och närmaste efterföljare komma. Detta är också helt naturligt. Då det för cephalodierna utmärkande är att söka i anatomiska karakterer, var en riktig uppfattning af dem först då att vänta, när mikroskopet börjat användas såsom ett oumbärligt hjelpmedel vid lichenologiska studier.

I sin *Lich. Univ.* (1810) använder ACHARIUS cephalodium i en helt annan bemärkelse än i *Meth. Lich.*[1]). För första gången begagnas det här i fråga om bildningar, som äro att anse såsom cephalodier i enlighet med den uppfattning, som sedermera allmänt gjort sig gällande. De hos *Peltidea aphthosa* (L.) förekommande cephalodierna beskrifvas nämligen i nyssnämde arbete under detta namn. — ACHARIUS har föröfrigt i sin *Lich. Univ.* egnat de bildningar, som han sammanfört under benämningen cephalodier, rätt mycken uppmärksamhet och utförligt omnämt dem hos alla de slägten och arter, hos hvilka han observerat dem. Hans uppfattning af cephalodierna är likväl här liksom i hans öfriga arbeten helt naturligt långt ifrån riktig eller konseqvent genomförd. Såsom cephalodier har han nämligen här beskrifvit bildningar, som äro af vidt skild natur, och som med undantag af cephalodierna hos *Peltidea aphthosa* (L.) ej äro att betrakta såsom sådane[1]. Under namn af cephalodier beskrifvas t. ex. spermogonier [*Physcia ciliaris* (L.)], af parasitsvampar orsakade bildningar [*Parmelia saxatilis* (L.)] o. s. v. Han har dessutom alldeles missuppfattat deras betydelse, i det att han nämligen betraktar dem såsom ett slags *apothecia accessoria*, i afseende på sin inre byggnad föga skiljande sig från *apothecia vera* och i vissa fall försedda med sporer[2].

---

[1]) Hans beskrifning på cephalodierna är likväl sväfvande och oklar: »*Tuberculorum ad instar minutulorum vel etiam majorum e thalli substantia corticali excrescunt cephalodia et supra eum prominent ut plurimum colorata, seu colore a thallo diverso facile distinguibilia, forma convexa, hemisphærica, globosa, vel supra parum impressa et inde in ambitu submarginata, plana integra et subcrenata, sessilia*

I sin *Syn. Meth. Lich.* (1814) omnämner ACHARIUS cephalodierna endast i förbigående och synes der uppfatta dem på samma sätt som i *Lich. Univ.*

Cephalodier hade emellertid långt före ACHARIUS blifvit observerade och under olika namn omnämda i den botaniska literaturen. Lätta att iakttaga hos flere lafvar kunde de helt naturligt icke alldeles undgå de många skarpsynte botanister,

---

rarius subpodicellata, solida, intus parenchymate laminæ proligeræ consimili referta et similari, h. e. gongylos (= gonidia, sporas vel sporoblastas) nidulantes nudos fovente, vel etiam cellulas seu vesiculas (= ascos) oblongas clavatas simul includente.» *Lich. Univ.* s. 11.

[1] ACHARIUS har vidare i sina olika arbeten omnämt cephalodierna under mycket olika namn. Såsom exempel härpå må följande olika benämningar på cephalodierna hos nedanstående tre arter anföras:

	Peltidea aphthosa (L.)	*Lecanora gelida* ACH.	*Lobaria amplissima* (SCOP.).
Lich. Suec. Prodr.	*glomeruli* (s. 161)	*glomeruli* (s. 74)	*glomeruli* (s. 154)
Meth. Lich.	*verrucæ* (s. 287)	*verrucæ* (s. 188)	*pulvinuli* (s. 219)
Lich. Univ.	*cephalodia* (s. 516)	» (s. 428)	» (s. 456)
Syn. Meth. Lich.	» (s. 238)	» (s. 186)	» (s. 195)

[2] »*Cephalodia cellulas s. vesiculas oblongas ordine dispositas includentia aliquando observare licuit*» (s. 16). — »*Dantur cephalodia cellulis v. vesiculis scatentia apud eas species, quarum apothecia vera cellulis carent*» (s. 8). — »*Cephalodia et Cyphellæ structura sua interna apotheciis veris parum differunt*» (s. 11).

som före ACHARIUS egnat lafvarne någon närmare uppmärksamhet. Det var likväl endast i förbigående, som cephalodier blifvit observerade, hvarför också uppgifterna om dem äro föga upplysande. Allt som oftast är det också förenadt med stora svårigheter att i den äldre botaniska literaturen utreda, om det är verkliga cephalodier, som afses, eller frågan gäller endast soredier, spermogonier, parasitsvampar o. d.

Redan på 1600-talet finner man i den botaniska literaturen uttalanden, som syfta på cephalodierna. Så t. ex. omnämna JOH. LOESEL[1]) och JOH. GOTTSCHED[2]) cephalodierna hos *Peltidea aphthosa* (L.) under namn af *corpuscula* och af JOH. JAC. WAGNER[3]) beskrifves samma laf på följande sätt: »*Lichen maculatus*, *montanus*, *non descriptus*».

Hos *Peltidea aphthosa* (L.) ha sedermera cephalodierna af alla eller åtminstone de allra flesta författare före och delvis äfven efter ACHARIUS, hvilka i sina arbeten beskrifvit densamma, blifvit omnämda under namn af *verrucæ* o. d. Andra än på lösa gissningar hvilande försök att utreda dessa bildningars natur finner man lika litet som någon noggrannare beskrifning öfver deras byggnad. Samma är förhållandet med *Lobaria amplissima* (SCOP.). Äfven hos denna art omnämnas cephalodierna redan af de præ-Acharianska botaniska författarne under olika benämningar.

Att söka sammanföra alla dylika uppgifter, som i den botaniska literaturen kunna uppletas, är icke min mening. Vid redogörelsen för andra författares undersökningar öfver cephalodierna fäster jag mig endast vid dem, som egnat dessa bildningar någon särskild uppmärksamhet eller uttalat några mer allmängiltiga åsigter rörande dem. De författare deremot, som endast lemnat smärre notiser beträffande cephalodierna hos någon viss lafart, anföras i den speciella afdelningen under arten i fråga, om nämligen dessa notiser äro förtjenta af ett särskildt omnämnande.

Kort efter ACHARIUS hade FLÖRKE[4]) hos flere arter af slägtet *Stereocaulon* SCHREB. och hos *Pilophorus robustus*

---

[1]) J. LOESEL: Tractatum de plantis in Borussia sponte nascentes Regiomonti. 1654. s. 51.

[2]) J. GOTTSCHED: Flora Prussica sive plantæ in regno Prussiæ sponte nascentes. Regiomonti 1703. s. 172.

[3]) J. J. WAGNER: Historia naturalis Helvetiæ curiosa. Tiguri 1680. s. 280.

[4]) H. G. FLÖRKE: Deutsche Lichenen gesammelt und mit Anmerkungen herausgegeben. Lief. IV. Rostock 1819. s. 13—15.

Th. Fr. * *Cereolus* (Ach.) Th. Fr. undersökt cephalodierna. Han benämner dem »*schwämmartige Auswüchse (corpuscula fungosa)*» samt redogör för deras form, färg, läge o. d. Af beskrifningarne framgår, att han till »*corpuscula fungosa*» hänfört äfven de *Stigonema*-dynor[1]), som ofta förekomma på *Stereocaula*. Cephalodiernas inre byggnad synes han icke studerat, och om deras natur anser han sig icke kunna uttala någon åsigt.

Bland de äldre lichenologerna framstår F. W. Wallroth såsom den, hvilken noggrannast undersökt cephalodierna. Liksom i så många andra fall uppträdde han äfven i denna fråga mot Acharius. Han insåg också, att denne i olika arbeten uppfattat cephalodierna mycket olika och under denna benämning sammanfört bildningar af vidt skild natur. Om nu också detta i viss mån äfven gäller om Wallroth, tages likväl med hans undersökningar ett betydligt steg framåt.

Emedan Acharius i olika arbeten användt cephalodium i så väsendtligt olika bemärkelse, föreslår Wallroth för undvikande af af tvetydighet i stället namnet *phyma*[2]). Han betraktar phymata såsom tillfälliga, monströsa utväxter, från hvilka man icke kan hämta några karakterer för arternas begränsning[3]). Han påpekar vidare särskildt[4]), att de innehålla gonidier, ehuru han synes ha förbisett, att dessa afvika från de i lafbålens gonidialzon befintliga. Trenne slags phymata skulle enligt Wallroth kunna urskiljas (*phymata lenticularia, radiosa* och *carcinomatosa* eller *cicatricosa)*, men han fann dessa typer så öfvergå i hvarandra, att någon bestämd gräns mellan dem icke kunde uppdragas. — Ehuru WALLROTH insåg cephalodiernas rätta natur hos *Peltidea apththosa* (L.), *Lecanora gelida* ACH., *Lobaria amplissima* (SCOP.) och, efter hvad det vill synas, till och med hos *Lobaria herbacea* (HUDS.) och *L. pulmonaria* (L.)[1], tyckes han egendomligt nog till phymata icke hänföra de hos vissa *Stereocaulon*-arter så allmänt förekommande cephalodierna utan upptager dem under rubriken »*die lagerlosen Fruchgehäuse als parasitische Flechten* (*lichenes parasitastri*)» såsom parasitiska, svampartade utväxter[2].

---

[1]) På Bornets, Kirchners med fleres auktoritet använder jag af prioritetsskäl *Stigonema* i stället för det vanligare *Sirosiphon*.

[2]) **Wallr. Naturg. Flecht. I s. 680.**

[3]) l. c. s. 685.

[4]) Till jemförelse med Acharius' förut anförda beskrifningar på cephalodierna (Meth. Lich. och Lich. Univ.) meddelas här i sin helhet Wallroths definition på phymata, hvilken är betydligt bättre:

»Unter den warzenförmigen Auswüchsen, *phymata* (τὸ φύμα verruca) bezeichnen wir alle diejenigen Afterkörper, welche den heteromerischen Stoff des thallodischen Flechtenlagers, dem sie eigen sind und ihr Entstehen verdanken, nicht allein zum Behuf einer derbern Consistenz, einer veränderten, gewöhnlich bräunlichen Färbung, sondern auch zu einer fremdartigen knopf- oder warzenförmigen, allemal niedergedrückten, daher den wahren Fruchtgehäusen äusserlich verähnlichten Gestaltung verwenden, *die zufällig mit übergenommene Brut regelwidrig einschichten und beherbergen*, ohne irgend eine Ordnung frei aufsitzen, ohne sichtbare Verletzung der Integrität derselben langsam für sich fortwachsen, sich in allen diesen Merkmalen äusserst weichseln bewähren und daher gewissermassen niemals einen andern Zweck, als den, die Reihe der Missbildungen vollzählig zu machen, erfüllen». Wallr. Naturg. Flecht. I s. 680—681.

Endast i förbigående har S. CHR. SOMMERFELT[3]) sysselsatt sig med cephalodierna. Hos slägtet *Stereocaulon* SCHREB. sammanblandar han dem (»corpuscula illa parasitica —, quorum mentionum fecit FLÖRKE») med *Stigonema*-dynor. De knöllika bildningarne på bålen af *Usnea barbata* (L.) benämner han cephalodier och anser dem vara parasitiska, sjukliga utväxter.

Flerestädes omnämner E. FRIES i sin Lich. Eur. cephalodierna. Hos *Stereocaulon*-arter betraktas de såsom förkrympta apothecier. Till cephalodierna hänföras äfven de af parasiterande svampar orsakade, knöllika bildningarne hos vissa *Parmelia*-arter, *Usnea barbata* (L.) och *Ramalina calicaris* (L.).

I sitt bekanta terminologiska arbete[4]) har G. W. BISCHOFF meddelat åtskilliga uppgifter rörande cephalodierna, hvarvid han företrädesvis användt WALLR. Naturg. Flecht. såsom källa. Han synes hvarken hafva företagit några egna undersökningar af cephalodierna ej heller underkastat det material, som förelåg, tillbörlig kritik, hvarför hans behandling af cephalodierna också är behäftad med flere misstag.

L. R. TULASNE, som i Annales des sciences naturelles 1852 lemnat en så utförlig och mästerlig framställning af lafvarnes anatomi och fysiologi, har likväl nästan helt och hållet förbisett förekomsten af cephalodier hos lafvarne eller åtminstone icke redogjort för några undersökningar öfver dem. Särskildt förtjenar dock framhållas, att han hos flere lafvar observerat i märglagret inväxta cephalodier, såsom hos *Solorina saccata* (L.), *Lobaria pulmonaria* (L.) och *L. herbacea* (HUDS.), der han stundom iakttagit gyttringar af blågröna gonidier. Någon närmare uppmärksamhet har han emellertid icke egnat detta förhållande[1]).

---

[1] Jemför WALLR. Fl. Crypt. I s. 508.

[2] WALLR. Naturg. Flecht. II s. 406. Jemför härmed WALLR. Fl. Crypt. I s. 439, der han synes dels förvexla cephalodierna (*acervuli fibrosi gelatinosi*) hos slägtet *Stereocaulon* med *Stigonema*-dynor dels anse dem såsom ett slags monströsa apothecier. Hvad han menar framgår icke fullt klart af hans något dunkla uttryck: »*cymatiis* [= *apotheciis*] ...... *facile in monstra ex speirematibus* [= *sporis*] *liberis denuo gliscentibus acervulosque fibrosos gelatinosos mentientibus* (*corpuscula fungosa* FLÖRK. D. Lich. n. 79) *composita deliqvescentibus*».

[3] S. CHR. SOMMERFELT: Supplementum Floræ Lapponiæ. Christianiæ 1826.

[4] BISCH. Term. u. Syst. II s. 779.

Efter FLÖRKE och WALLROTH hade således förekomsten af cephalodier hos lafvarne mer och mer fallit i glömska. Förtjensten af att åter ha riktat uppmärksamheten på dessa bildningar och gjort dem till föremål för ett närmare studium tillhör TH. M. FRIES, som i sina 1857 och 1858 utgifna afhandlingar om slägtena *Stereocaulon* och *Pilophorus* (Comment. Ster. et Pil., Monogr. Ster. et Pil.) utförligt beskrifver cephalodiernas utseende hos de arter, hos hvilka han träffat dem. Som cephalodier betraktas emellertid här äfven de *Stigonema*-dynor, som ofta förekomma på bålen af *Stereocaulon*-arter[2]). Om cephalodiernas natur uttalas ingenting med säkerhet, dock sättes den gängse åsigten, att de äro monströsa apothecier, i tvifvelsmål.

Flerestädes i sina många större och mindre lichenologiska arbeten har äfven W. NYLANDER sysselsatt sig med cephalodierna. Första gången han omnämner dem är 1858, då han (Syn. Lich. I. s. 15) beskrifver dem såsom ett slags rundade, tuberkulösa upphöjningar, som förekomma i synnerhet hos *Usnea*, *Stereocaulon*, *Pilophorus* och *Ramalina*, och som likna sjukliga utväxter från barklagret, från hvilket de skilja sig genom sin fint cellulösa struktur och sin i allmänhet ljusare färg.

Året derpå (1859) lemnar NYLANDER en kort redogörelse för cephalodiernas byggnad hos slägtet *Stereocaulon*[3]). Liksom lafbålen bestå de af tre skilda lager: 1) *barklager*, som bildar tuberkulösa utväxter, 2) *gonidiallager* (stratum gonimon), hvilket består af blågröna gonidier (granula gonima), *olika de i bålen förekommande gonidierna* och 3) *märglagret*. För första gången framhålles här olikheten mellan de i cephalodierna och de i bålen befintliga gonidierna. Vidare påpekas olämpligheten af att till cephalodierna hänföra de på bålen af *Stereocaula* ofta förekommande *Stigonema*-dynorna.

---

[1]) TUL. Mém. Lich. s. 20 not.

[2]) Jemför TH. FR. Beitr. Ceph., s. 19.

[3]) W. NYLANDER: Lichenes in regionibus exoticis quibusdam vigentes, s. 252 not. (Annales des sciences naturelles. Sér. 4. Botanique. Tom. XI. Paris 1859).

I det 1860 utkomna andra häftet af Syn. Lich. beskrifver NYLANDER cephalodierna hos alla de arter, hos hvilka han iakttagit dem. Dessa arter tillhöra följande slägten: *Stereocaulon* SCHREB., *Pilophorus* (TUCKERM.) TH. FR., *Argopsis* TH. FR., *Peltigera* ACH., *Sticta* (SCHREB.) NYL., *Ricasolia* (DE NOT.) NYL., *Nephromium* NYL. [*Nephroma expallidum* NYL.] samt *Usnea* (DILL.) och *Calicium* (ACH.) NYL. [*Chænotheca chrysocephala* (ACH.)]. I »cephalodierna» hos *Usnea* iakttog NYLANDER intet gonidiallager[1]). Han anser således här *förekomsten af gonidier icke utgöra något specielt utmärkande för cephalodierna*, utan såsom sådane kan man betrakta äfven bildningar, som sakna gonidier. Såsom en egendomlighet framhålles, att hos *Stereocaulon* liksom hos *Pilophorus* och *Argopsis* cephalodiernas gonidiallager är alldeles olika bålens (Syn. Lich. s. 232 not.), hvaraf vill synas, som om NYLANDER ännu icke ansett detta vara något för *alla* cephalodier karakteristiskt. Gonidiallagret i cephalodierna har han funnit uppträda såsom: 1) *stratum gonimon e nodulis gonimicis formatum* (*Nostoc*-typen), 2) *stratum gonimon sirosiphonoideum* (*Stigonema*-typen) och 3) *stratum gonimon scytonemoideum* (*Scytonema*-typen). Hos *Stictei* har NYLANDER iakttagit trenne slags cephalodier: 1) *cephalodia sparsa glomerulos leptogioideos referentia*, 2) *ceph. marginalia simpliciora* och 3) *ceph. in pagina infera sita faciei pyrenodeæ.*

Om *cephalodiernas natur* har NYLANDER ännu icke uttalat några bestämda åsigter. Han har endast anmärkt, att »de hos *Stereocaula* förekomma så ofta och äga en så konstant form, att man lätt vore frestad att betrakta dem såsom särskilda organer» (Syn. Lich. I. 1858 s. 15 not.) samt att »de tilläfventyrs äro att jemföra med groddknoppar» (Syn. Lich. II. 1860 s. 231).

I sammanhang härmed må ock anmärkas, att NYLANDER redan i sin 1859 utgifna, nyss citerade afhandling samt derpå i Syn. Lich. II (1860) anser *cephalodiegonidiernas olikhet utgöra en specifik karakter.* Så t. ex. förefinnes emellan *Stereocaulon ramulosum* (SW.), *St. proximum* NYL. och *St. mixtum* NYL. ingen annan olikhet än, att i cephalodierna hos den första arten gonidierna tillhöra *Nostoc*-typen, under det att i cephalodierna hos de båda sistnämda förekomma gonidier som tillhöra *Stigonema*- och *Scytonema*-typen.

---

[1]) Förhållandet synes hafva varit likartadt med »cephalodierna» hos *Chænotheca chrysocephala* (ACH.). Se Nyl. Syn. Lich. s. 147.

På Naturforskaremötet i Stockholm 1863 höll TH. FRIES ett föredrag om »parasitiska alger hos lafvarne, nämligen de s. k. cephalodierna, hvilka hos olika lafvar uppträda på olika sätt, men i afseende på hvilka talaren ej biträdde Prof. NYLANDERS åsigt, att de äro väsendtliga för växten, och att deras olika former kunna ange grunder för artskilnaden, alldenstund de ofta äro att anse såsom olika utvecklingsstadier»[1]).

Utförligare behandlades detta ämne sedermera 1866 i tidskriften Flora[2]), der TH. FRIES redogör för sina redan våren 1861 föredragna undersökningar af cephalodierna företrädesvis hos *Stereocaulon ramulosum* (Sw.). De resultat, till hvilka han kommit, äro nästan diametralt motsatta dem, till hvilka NYLANDER anser sig ha kommit.

På ett exemplar af *Stereocaulon ramulosum* (Sw.) *β elegans* TH. FR. (från Juan Fernandez) fann TH. FRIES i cephalodierna gonidier, som tillhörde dels *Scytonema* — (således *St. mixtum* NYL.) dels *Nostoc* — (således *St. ramulosum* (Sw.) NYL.) dels *Stigonema*-typen (således *St. proximum* NYL.). Detta exemplar skulle således tillhöra icke mindre än *trenne* olika »arter»!

Detta visade sig emellertid vara en ingalunda enstaka stående företeelse. På ett annat exemplar från Juan Fernandez af *Stereocaulon ramulosum* (Sw.), hvilket NYLANDER bestämt såsom tillhörande denna art, förefunnos i cephalodierna icke blott de tre ofvan nämda gonidietyperna utan äfven *tydliga öfvergångar mellan dem,* och på ett annat likaledes af NYLANDER bestämt exemplar af samma art (från Rio Janeiro) anträffades till och med *i samma cephalodium alla tre gonidietyperna.* Detsamma observerades äfven på exemplar från andra lokaler.

På podetierna iakttog Th. FRIES flere gånger en parasitisk *Stigonema*, som i intet afseende afvek från de i cephalodierna förekommande *Stigonema*-gonidierna. Äfven tror han sig hafva funnit, att cephalodierna såsom äldre understundom sönderspricka, och att *Stigonema*-trådar derur framväxa. Med stöd häraf anser han, att denna parasitiska *Stigonema* är af samma natur som cephalodiernas *Stigonema*-gonidier, och att båda tillhöra samma slägte och art. Dessa i cephalodierna förekommande s. k. gonidier äro således icke några lafven tillhörande organ utan en alg, som lefver inom och är orsaken till de bildningar, som hos *Stereocaulon* blifvit kallade cephalodier.

---

[1]) Botaniska Notiser för 1863, utgifna af N. J. ANDERSSON. s. 99.

[2]) TH. FR. Beitr. Ceph. s. 17—25.

Vidare har Th. Fries funnit, att den parasitiska algen under sin utveckling antager olika former och dervid undergå samma förändringar som enligt H. Itzigsohn *Hapalosiphon Braunii* Næg.[1]).

Cephalodier kunna emellertid enligt Th. Fries förorsakas icke blott af alger utan äfven af *svampar*. Om nämligen »cephalodierna» hos *Usnea* äro bildade genom inverkan af en *Abrothallus*, har man här ett exempel derpå.

De resultat, till hvilka Th. Fries anser sig ha kommit, sammanfattar han i följande satser:

1) hos flere *Stereocaulon*-arter vegetera parasitiska alger innanför barklagret (blott sällan och undantagsvis derur framträdande);

2) dessa parasitiska alger alstra på bålen af nämda lafvar sjukliga bildningar, som hos några arter äro kända under namn af *cephalodier*, under det att hos andra dermed afses endast parasitiska dynor (Polster) af *Stigonema saxicolum;*

3) trots sin talrika förekomst äro cephalodierna helt och hållet tillfälliga bildningar och kunna ingalunda jemföras med fanerogamernas groddknoppar;

4) de nämda parasitiska algerna genomlöpa en hel utvecklingsserie (mycket lik den af Itzigsohn hos *Hapalosiphon* beskrifna), hvaraf *olika* stadier stundom anträffas på *samma* exemplar;

5) åtskilliga af Nylander beskrifna nya *Stereocaulon*-arter måste strykas, då de kännemärken, på hvilka de uteslutande äro grundade, äro hämtade icke från någon del af lafven utan från olika utvecklingsstadier af parasitiska alger;

---

[1]) Det förtjenar i sammanhang härmed påpekas, att W. Zopf (Zur Morphologie der Spaltpflanzen. Leipzig 1882) helt nyligen sökt visa, att ett genetisk samband äger rum mellan flere *Phycochromaceer* t. ex. mellan *Tolypothrix* och *Nostoc*. Vid mina egna undersökningar tror jag mig hafva funnit bekräftelse på hans uppgifter om utvecklingen af *Glœocapsa*-kolonier ur *Stigonema*-trådar. Mycket ofta har jag nämligen funnit *Stigonema*-trådar tillsammans med *Glœcapsa*-arter, hvarvid det flere gånger synts, som om de senare endast varit en utvecklingsform af de förra. Dylika undersökningar hafva emellertid legat utom planen för detta arbete, och tiden har ännu icke medgifvit deras fullföljande. Det torde också böra anmärkas, att mellan fig. 5 och 6 (taflan VIII i Zopfs nyss anförda arbete) olikheterna äro för stora, för att frågan ännu skulle kunna anses fullt afgjord.

6) sannolikt förekomma hos olika *Stereocaulon*-arter och i olika länder flere arter af dylika alger.

Denna uppfattning af cephalodierna vidhåller TH. FRIES i sin Lich. Scand. (1870, 1874), hvarjemte cephalodierna i korthet beskrifvas under alla der upptagna arter, hos hvilka de iakttagits.

Mot TH. FRIES' åsigter rörande cephalodierna uppträdde NYLANDER redan samma år i tidskriften Flora 1). Det är emellertid här icke fråga om någon egentlig kritik, utan han går helt summariskt tillväga och inskränker sig till ett blott och bart bestridande 2). NYLANDER har sedermera hvarken lemnat någon utförligare redogörelse för sina undersökningar af cephalodierna eller närmare utvecklat skälen för sin uppfattning af deras natur. Deremot har han i Flora meddelat smärre notiser rörande deras förekomst hos vissa lafvar 3), liksom han i sina lichenologiska arbeten i allmänhet omnämt dem hos de arter, hos hvilka han iakttagit dem.

Till förmån för TH. FRIES' uppfattning af cephalodierna hos *Stereocaulon* såsom parasitiska bildningar uttalade sig sedan 1868 H. ITZIGSOHN 4). Han stödjer sig hufvudsakligen derpå, att de innehålla *blågröna* gonidier, under det att bålen innehåller *gulgröna*. Han synes dock ha sammanblandat de verkliga cephalodierna hos *Stereocaulon* med *Stigonema*-dynor eller möjligen endast undersökt dessa senare 5).

Ungefär samtidigt härmed lemnade SCHWENDENER en redogörelse 6) för sina undersökningar af cephalodierna hos *Stereocaulon ramulosum* (SW.). I allt väsendtligt biträder han den af TH. FRIES framstälda åsigten rörande dem med undantag af uppgiften om de olika algtypernas genetiska samband. De vigtigaste resultaten af hans undersökningar sammanfattas i följande punkter:

---

1) Flora 1866 N:o 12 s. 179 not. 2. Denna not finnes äfven aftryckt i NYL. Lich. Lapp. Or. s. 117.

2) »*Typos habent hæc organa in Stereocaulis, quales indicavi, neque ulla logices Friesianæ licentia mutantur.*»

3) De cephalodis i *Peltidea venosa* (Flora 1866 N:o 8 s. 116).
Flora 1868 N:o 28 s. 353 not.
Circa cephalodia simul epigena et hypogena (Flora 1868 N:o 24 s. 372).
Exemplum cephalodiorum in *Sphærophoro* (Flora 1869 N:o 5 s. 68).

4) HERMANN I(TZIGSOHN): Cultur der Glaucogonidien von *Peltigera canina* (Botanische Zeitung von MOHL und DE BARY 1868 N:o 12 s. 185).

5) Jemför Flora 1868 N:o 23 s. 353

6) SCHWEND. Algentyp. Flechtengon. s. 17. 27, 33.

1) De tre NYLANDERSKA gonidietyperna äro tre olika, föga eller intet förändrade alger, nämligen *Stigonema*, *Scytonema* och en *Nostocacé* med hoptrasslade, mångcelliga cellträdar, som äga tydliga gränsceller;

2) Cephalodierna, i hvilka någon af dessa alger fungerar såsom gonidier, äro utväxter, som vexla till formen och fullständigt omgifvas af ett barklager.

Cephalodiernas utveckling känner SCHWENDENER icke. Han anser emellertid såsom sjelfklart, att den försiggår på det sätt, att algen vid beröring med någon del af bålen der framkallar en lokal retning i de periferiska delarne af hyferna, hvarigenom algen så småningom af dessa omväxes.

Ytterligare stöd för TH. FRIES' uppfattning af cephalodierna lemnade kort derpå ED. BORNET[2]). Äfven han studerade dem företrädesvis hos *Stereocaula*:

På bålen af detta slägte förekomma ofta rundade, mer eller mindre märkbara upphöjningar, som man kallar *cephalodier*. De innesluta gonidier, som äro färgade af phycochrom och alldeles olika de i bålen befintliga. Dessa gonidier uppträda under olika former icke blott hos olika arter inom samma slägte utan äfven i cephalodierna på samma individ och till och med i ett och samma cephalodium. Denna omständighet gör den meningen sannolik, att cephalodierna endast äro tillfälliga utväxter. Hos följande arter har BORNET undersökt cephalodierna: *St. ramulosum* (SW.), *St. tomentosum* FR. *β alpinum* (LAUR.) och *St. furcatum* FR.

Om man gör ett längdsnitt genom de stundom ärtstora cephalodierna hos *Stereocaulon ramulosum* (SW.), finner man i dem dels en hyfväfnad, hvars hyfer i cephalodiets midt äro glesare och i omkretsen tätare förbundna, dels deri inbäddade blåaktiga gonidier, som äro förenade till trådar. Dessa öfverensstämma fullständigt i afseende på storlek, heterocyster, slemskida och förgrening med en *Scytonema*-art, som förekommer vid basen af podetierna och på marken deromkring. Mot periferien blifva uti cephalodierna *Scytonema*-trådarne allt kortare, och under barklagret äro de endast 3 - 4-celliga, understundom äro cellerna här till och med isolerade, hvarvid likheten med *Scytonema* är ganska obetydlig (BORN. anf. st. s. 78). — I ett och samma cephalodium har BORNET vidare funnit

---

[1]) BORN. Recherch. Gonid. lich. s. 77.

utom *Scytonema*-trådar en mycket finare *Lyngbya*, hvilken äfven var omgifven af hyfer (BORN. anf. st. s. 72, 89).

På exemplar (från Hafs-Alperna) af *Stereoc. tomentosum* (FR.) *β alpinum* (LAUR.) iakttog BORNET cephalodier innehållande en *Glœocapsa*, hvilket slägte förut icke var representeradt bland de cephalodiebildande algerna. På bålen träffades nämligen *Glœocapsa*-kolonier, som voro mer eller mindre omgifna af hyfer. Vissa kolonier voro delvis fria, andra omgifna af en fin hyfväfnad och andra af ett tjockare hyflager. Ganska lätt kunde man följa hyfernas utveckling kring algen och iakttaga, huru hyfväfnaden utbredde sig mellan små-kolonierna (les colonies partielles) utan att dock genomväxa slemlagret och intränga ända till de blågröna cellerna (BORN. anf. st. s. 80).

Vid undersökning af cephalodierna hos *Stereoc. furcatum* FR. var det ännu lättare att studera dessas uppkomst. På bålen förekommo *Stigonema*-dynor, som stundom undergått en egendomlig förändring. Hyfer hade nämligen inträngt mellan de särskilda algtrådarne, hvarvid bildats oregelbundna, med flikar och olikformade upphöjningar försedda utväxter (BORNET anf. st. s. 85).

I förbigående omnämner vidare BORNET (s. 97) förekomsten af cephalodier hos *Solorina saccata* (L).

De busklika cephalodierna hos *Lobaria amplissima* (SCOP.), som i korthet beskrifvas (s. 89), synes BORNET deremot ej betrakta såsom cephalodier utan omnämner dem endast såsom exempel på lafvar, hvilka äro försedda med tvänne slags gonidier.

Efter BORNET har WINTER i Flora 1877[1]) meddelat resultaten af sina undersökningar af cephalodierna hos *Lobaria linita* (HUDS.) och några *Solorina*-arter. Hos den förra träffade han både på öfre och undre sidan af bålen cephalodier, innehållande en blågrön alg, som han antager höra till *Rivulariaceæ* eller *Scytonemaceæ*. En noggrann och utförlig beskrifning af cephalodierna hos denna art lemnas; deras utveckling har han emellertid icke lyckats studera.

Äfven hos *Solorina octospora* ARN., *S. bispora* NYL. och *S. saccata* (L.) *var. spongiosa* (SM.) anträffade WINTER cephalodier innehållande en *Nostocacé*, hvilka utförligt beskrifvas.

---

[1]) WINT. Cephal. s. 177.

I afseende på cephalodiernas natur ställer sig äfven Winter obetingadt på Th. Fries' sida och betraktar dem såsom af en parasiterande alg orsakade utväxter på bålen, ehuru algen och hyferna ömsesidigt utöfva en fördelaktig inverkan på hvarandra.

Ett vigtigt inlägg i frågan om cephalodierna gjorde kort derpå Babikof1), som undersökt deras utveckling hos *Peltidea aphthosa* (L.). Ett fullt utveckladt cephalodium hos denna art består i midten af en gles hyfväfnad med deri inbäddade blågröna gonidier samt i periferien af ett pseudoparenchymatiskt, brunaktigt barklager. Snitt genom cephalodiet odlades på förut utkokad, fuktig jord, hvarvid hyferna snart förstördes och de blågröna cellerna utvecklade sig till *Nostoc*-kolonier. På snitt genom bålens yngsta delar träffades understundom små *Nostoc*-kolonier än löst liggande bland från bålens öfre sida utgående hår, än mer eller mindre omgifna af dem. Efter hand hade håren rikligt delat sig och utsändt grenar, som inträngt i *Nostoc*-kolonien, hvarefter i periferien ett barklager differentierats, och cephalodiet så småningom utbredt sig åt sidorna, under det att bålens barklager och hyfer med undre sidan af cephalodiet bildade en sammanhängande väfnad, men bålens gonidiallager här bortdog.

Samma år (1878) har Nylander sammanfattat sina åsigter om cephalodierna2). Trots de undersökningar, för hvilka i det föregående redogjorts, vidhåller han sin mening, att cephalodierna äro särskilda, för hvarje art karakteristiska organer. »Deras normala och konstanta förekomst hos de lafvar, der man träffar dem, *synes* tillräckligt bevisa, att de icke äro parasitiska eller pathologiska bildningar.» De uppkomma och utvecklas inuti bålen på samma sätt, som (enligt Nylander) gonidierna uppstå ur hyferna3). På följande sätt indelas de:

---

1) Babik. Dével. des cephal.

2) Artikeln *Céphalodies* i Baillon: Dictionnaire de botanique. Fasc. IX. Paris 1878. s. 69.

3) I Flora 1877 N:o 23 s. 357 (De gonidiis et eorum formis diversis animadversiones) säger Nylander: »*In cephalodiis endogenis (Solorina crocea, Stictis) vidimus stratula gonima profunde in thallo formari, prout hicce expanditur, neque ullo modo gonimia in illis penetralibus thallinis extrinsecus intrare valent. Quomodo corticem firmum penetrarent?*» Möjligheten af att de blågröna algcellerna skulle kunnat intränga *nedifrån*, synes Nylander icke tänkt sig. Att så likväl är förhållandet just hos *Solorina crocea*, framgår på det allra tyd-

1) *Cephalodia epigena* (t. ex. *Stereocaulon*).
2) » *hypogena* (t. ex. *Peltidea venosa*).
3) » *endogena*, som antingen äro *ceph. pyrenodea* eller utgöras af små gyttringar af algceller i gonidial- eller märglagren (*Solorina crocea*, *Lobaria dichotoma*)[1].

Cephalodiernas fysiologiska rol är enligt NYLANDER okänd.

Härmed torde jag hafva så fullständigt som möjligt redogjort för alla de vigtigare undersökningar, som beträffande cephalodierna hittils blifvit företagna. Till de namn, hvarunder cephalodierna förekomma i literaturen, och som redan i det föregående äro omnämda, kunna dock åtskilliga andra läggas t. ex. *semina* (MICHELIUS), *Keimwarzen* och *tubercula abortientia* (SPRENGEL), *tubercula* (SCHRADER, SOMMERFELT, E. FRIES), *soredia* och *apothecia abortiva* (SCHÆRER), *rosulæ* (WAHLENBERG), *appendages* (BABINGTON). Att emellertid söka uppräkna *alla* de olika benämningar, hvarmed cephalodier afses, ligger såsom nämdt utom planen för detta arbete.

Af den bibliografiska redogörelse, som nu lemnats, framgår, att kännedomen om cephalodierna är i hög grad bristfällig, då de hittils blifvit undersökta hufvudsakligen hos ett enda slägte (*Stereocaulon*). Frågan om dessa bildningars natur kan visserligen i sina hufvuddrag redan anses vara afgjord genom de bidrag, som lemnats af i synnerhet TH. FRIES, SCHWENDENER, BORNET, WINTER och BABIKOF, ehuru den NYLANDERSKA åsigten ingalunda saknar anhängare. Men åtskilliga andra frågor särskildt rörande deras utveckling återstå ännu att besvara.

Jag öfvergår härmed till en närmare redogörelse för de speciela undersökningar, som jag företagit öfver cephalodierna hos olika lafvar, för att sedermera lemna en sammanfattande och jemförande öfversigt af dessa bildningar.

---

ligaste af mina egna undersökningar af cephalodiernas utveckling hos denna art.

[1] Redan i Flora 1868 N:o 24 s. 372 (Circa Cephalodia simul epigena et hypogena) har NYLANDER omnämt dessa olika slag af cephalodier.

II.

LOBARIA (SCHREB.).

(Syn. *Sticta* (ACH.) NYL., *Ricasolia* DE NOT.)

Innan jag öfvergår till cephalodierna hos hithörande arter, torde en kort redogörelse för bålens inre byggnad hos detta slägte vara på sin plats [1]).

Öfverst består bålen af ett ofärgadt eller något i gult eller brunt stötande, pseudoparenchymatiskt *öfre barklager*, hvars yttersta cellskikt äro försedda med starkt förtjockade membraner. Under öfre barklagret ligger *gonidial-zonen*, som mäter i tjocklek 45—85 μ och innehåller gulgröna, små (6—12 μ i genomskärning) gonidier, och under denna *märglagret*, som består af långa, företrädesvis horizontalt löpande, ofärgade, greniga hyfer. Nederst består bålen af ett 20—30 μ tjockt, pseudoparenchymatiskt *undre barklager*, hvars cellmembraner i synnerhet på de ytterst liggande skikten äro mer eller mindre brunaktiga. Från nedersta cellagret utgå ofta här och der hyftrådar, stundom förenande sig till tjockare, greniga strängar; hos vissa arter t. ex. *L. Casarettiana* (DE NOT.) är undre sidan af bålen nästan helt och hållet täckt af filtludd. De flesta arter äro på undre sidan af bålen försedda med *cypheller* eller *pseudocypheller*.

Inom detta slägte träffar man tvänne slags *cephalodier:* dels förekomma nämligen *busklika* på öfre sidan af bålen, dels finnas uti märglagret större eller mindre gyttringar af blågröna algceller, hvilka stundom på bålens undre sida bilda en tydlig upphöjning eller en mer eller mindre märkbar antydan dertill på den öfre sidan, men hvilka vanligen utifrån ej äro skönjbara. Cephalodier af det senare slaget förekomma inom detta slägte ytterst allmänt, ehuru de hittils blifvit iakttagna endast hos följande arter:

A) Busklika cephalodier på öfre sidan af bålen.

L. amplissima (SCOP.).

L. erosa (ESCHW.).

L. dichotomoides (NYL.).

L. damæcornis (ACH.) *var. caperata* (BOR.).

---

[1]) Efter undersökningar företrädesvis på *L. amplissima* (SCOP.), *L. herbacea* (HUDS.) och *L. pulmonaria* (L.).

B) Cephalodier uti märglagret.

L. Montagnei (Bab.).
L. linita (Huds.).
L. pulmonaria (L.).
L. herbacea (Huds.).
L. dichotoma (Del.).
L. homoephylla (Nyl.).
L. Freycinetii (Del.).
L. lineariloba (Mont.) *var. hypopsila* (Mont.).

1. L. amplissima (Scop.).

[Företrädesvis undersökta exemplar från Skjerstad i Norge, samlade den 14 sept. 1881 och mig benäget meddelade af Forstmester J. M. Norman].

På öfre sidan af bålen finnas nästan undantagslöst på i Europa förekommande *L. amplissima* [1]) svartgröna, busklika *cephalodier*. Emellertid uppger Tuckerman (Syn. North. Am. Lich. s. 92), att de *alltid* saknas på *nord-amerikanska* exemplar af samma art [2]).

Fullt utvuxna uppnå dessa cephalodier stundom en ganska betydlig storlek — ända till 2 centim. i höjd och bredd. De äro rikt förgrenade och förvillande lika smalflikiga former af *Leptogium lacerum* (Sw.) i synnerhet *var. bolacina* Ach. (= *Cornicularia umhauensis* Auersw.) [3]).

---

[1]) I Branth & Rostrup: Lichenes Daniæ. s. 183. (Botanisk Tidsskrift. Band III. Köbenhavn 1869) uppges, att på exemplar af *L. amplissima* från dess enda växtställe i Danmark busklika cephalodier saknas.

[2]) Att likväl *L. amplissima* äfven i Norra Amerika understundom är försedd med busklika cephalodier, synes på exemplar, samlade af Schweinitz vid Salem i Massachusetts.

[3]) Stizenberger (Index Lichenum hyperboreorum. Sangallensis 1876. s. 6) säger om *Leptogium lacerum* (Sw.) *var. bolacina* (Ach.), att den utan tvifvel förekommer på *Lobaria amplissima*, och Nylander yttrar med anledning häraf (Flora 1876 s. 578): »Me indicante in Stiz. Lich. hyperb. p. 6 »*Leptogium bolacinum*» declaratur etiam glomerulos efficere *Ricasoliæ glomeruliferæ* [= *Lobariæ amplissimæ*]. Hoc, ni fallor, proles est analogæ naturæ ac »*Stereocaulon nanum*», quod nullum est *Stereocaulon*, ne quidem aliquid affine, sed sistit quasi *Leprariam* sui generis, atque, ut »*Parmelia lanuginosa*» et aliæ crustæ plurimæ leprarioideæ, numquam apothecia profert. Adsunt ita thalli leprarioidei et gonimici et gonidici.» — Det förtjenar anmärkas, att Stizenbergers åsigt långt förut blifvit framställd af Dillenius (Historia muscorum. Oxoniæ 1741. s. 197): »Quoniam glomuli (= cephalodia) sunt crassi et protuberantes, colore et substantia a foliis diversi, videntur mihi plantæ specie diversæ, Lichinoidi gelatinoso superius memorato [= *Leptogium lacerum var. bolacina*] similes, si non eadem, saltem colore distinctæ.» — Att lemna en utförligare redogörelse för de olika åsigter, som blifvit framställda rörande cephalodierna hos *L. amplissima*, torde vara öfverflödigt.

Nederst utgöras cephalodierna af ett kort, nästan cylindriskt skaft, som utgår från bålen, och som upptill rikligt förgrenar sig i mycket fina flikar. Skaftet är försedt med ett 60—90 μ tjockt *barklager*, hvilket består af flere rader polygonala celler. Från det yttersta cellskiktet i barklagret utgå stundom temligen tätt korta, septerade hyfer, bildande ett slags filtludd på skaftet. Omslutet af barklagret ligger en axil *märgcylinder*, som består af paralelt med längdaxeln löpande hyfer.

Genom delningar i barklagret förgrenas cephalodiet. Grenarne eller flikarne äro dels plattade dels mer cylindriska, än tjockare och då försedda med både bark- och märglager, än tunna, hoptryckta och innehålla då sällan någon tydligt differentierad märg utan bestå alltigenom af en hyfväfnad, som till sin struktur öfverensstämmer med barklagret.

I de busklika cephalodierna finnas phycochromförande algceller, som till formen äro rundade eller genom ömsesidigt tryck vanligen kantiga, 5—7,5 μ i genomskärning. De förekomma mer sparsamt i nedre delen af cephalodierna, tilltaga i talrikhet uppåt och äro i synnerhet i de finare grenarnes spetsar rikliga. Mestadels förekomma de mellan barklagrets celler, inbäddade i en mycket finmaskig väfnad med jemförelsevis stora interstitier. Allteftersom cephalodiet växer och förgrenar sig, förökas genom delning algcellerna, så att de alltid träffas i cephalodiegrenarnes spetsar.

För att kunna närmare bestämma den cephalodiebildande algen, odlade jag i fuktig luft några cephalodiegrenar på väl utkokad lera. I följd af vattnets inverkan upphörde hyferna att dela sig, hvaremot algcellerna med oförminskad hastighet förökade sig och efter hand utbildade sig till algkolonier, som noga öfverensstämde med fig. 1—7 tab. III i SCHWEND. Algentyp. d. Flechtengon., och som således torde hafva tillhört *Polycoccus punctiformis* KÜTZ. (Tafl. II fig. 13).

På tvärsnitt genom bålen träffar man stundom under gonidialzonen *i märglagret liggande, större eller mindre, till formen rundade gyttringar af blågröna gonidier*, hvilkas närvaro någongång antydes genom en svag upphöjning på öfre eller undre sidan af bålen (Tafl. II fig. 11). De blågröna algcellerna, som genom ömsesidigt tryck vanligen äro mer eller mindre kantiga och i genomskärning mäta 5—7 μ, ligga inbäddade i en ytterst tät och fin hyfväfnad, som uppkommit genom förgrening och anastomosering af märglagrets hyfer.

Dessa cephalodier uppkomma på det sätt, att *Nostocacé*-celler, som förekomma bland mossa o. d. tillsammans med lafven, vid beröring med de från nedre barklagret utgående hyferna af dessa omslingras, hvarefter hyferna tätt förgrenas uti algkolonien, under det att algcellerna genom delning rikligt förökas. Så småningom genomtränga algcellerna nedre barklagret och utbreda sig derefter i märglagret.

Cephalodierna hos *L. amplissima* uppträda således under tvänne olika former: såsom *busklika bildningar på öfre sidan af bålen* och såsom *rundade gyttringar af blågröna algceller i märglagret.* Härvid är att märka, att det förra slaget cephalodier endast är ett längre framskridet utvecklingsstadium af det senare. Genom att undersöka yngre delar af bålen har jag nämligen funnit en oafbruten serie öfvergångar mellan de båda cephalodieformerna. De i bålen inneslutna algcellerna föröka sig rikligt men bilda nya celler så godt som uteslutande i den mot öfre barklagret vända delen, och genom de underifrån påträngande algcellerna bildas på bålens öfre sida en allt större vårtlik upphöjning. Slutligen genombrytes gonidialzonen och öfre barklagret af de påträngande algcellerna jemte hyfer från märglagret (Tafl. I fig. 10). Algen förökar sig rikligt, det genom bålen uppskjutande, svartgröna cephalodiet blir allt större, förgrenar sig rikt och antager så småningom en busklik form.

Denna utvecklingsgång, som på yngre delar af bålen är temligen lätt att iakttaga, är fullkomligt oförenlig med den åsigten, att de busklika bildningarne på bålen af *L. amplissima* (SCOP.) skulle tillhöra en parasiterande *Leptogium.*

Jag vågar icke med bestämdhet afgöra, huruvida de i bålen inneslutna cephalodierna *alltid* utvecklas till busklika sådana. Af flere skäl synes detta icke vara förhållandet, utan än genomtränger algen gonidial- och öfre barklagren än qvarstannar han i märglagret. Hvilken orsaken är till cephalodiealgens olika förhållande till bålen, torde vara svårt att afgöra, då algen i båda fallen påtagligen är densamma.

Äfven uti märglagret *i bålens kant* har jag understundom iakttagit cephalodier bestående af större eller mindre gyttringar af blågröna algceller, inbäddade i en finmaskig hyfväfnad (Tafl. II fig. 12). På samma sätt som i äldre delar af bålen kunna dessa äfven här genombryta öfre barklagret och på bålens öfre sida bilda busklika cephalodier.

2. L. erosa (Eschw. enl. Tuck.).

Syn. *Sticta crenulata* (Hook.) *var. stenospora* (Nyl.)
St. Ravenelii Tuck.

Undersökta exemplar: Lich. Cubæ N:o 66. Wright.

På öfre sidan af bålen träffar man understundom äfven hos denna art busklika *cephalodier*, såsom redan förut af Nylander anmärkts (Syn. Lich. s. 373). I afseende på sin yttre och inre byggnad öfverensstämma de i allt väsendtligt med motsvarande bildningar hos föregående art. Till färgen stöta de dock något mer i blått samt äro — åtminstone understundom — försedda med *ett slags knöllika, blekröda upphöjningar. Dessa* anses af Tuckerman (enligt etiketten till de undersökta exemplaren) vara *cephalodier;* de synas också vara analoga med de s. k. cephalodierna hos *Usnea*. Såsom cephalodier kunna de emellertid ej betraktas, då de icke innehålla några gonidier. De bestå nämligen inuti endast af en väfnad af ytterligt fina hyfer och ha utvecklats från barklagret på de busklika cephalodierna. Om dessa bildningars natur vågar jag icke närmare yttra mig. Möjligen torde de härröra från någon parasitsvamp; sporsäckar, sporer o. d. hafva likväl icke kunnat iakttagas i dem. I motsats mot hvad förhållandet är med motsvarande bildningar hos *Usnea* färgas de vid behandling med jod inuti ej blå utan endast gula.

Algen i de busklika cephalodierna utgöres af en *Nostocacé*, mycket lik, möjligen identisk med algen i cephalodierna hos föregående art.

Bland mossa på bålen förefans i mängd en *Nostoc(?)*-art med blåaktiga vegetativa celler och gula gränsceller. Dessutom förekom sparsamt en annan *Nostocacé*, som syntes fullkomligt öfverensstämma med *Polycoccus punctiformis* Kütz.

Liksom hos föregående art uppträda cephalodierna hos denna under *tvänne olika former*. Utom de redan omnämda busklika cephalodierna förekomma nämligen inuti bålen i märglagret rundade gyttringar af blågröna gonidier, inbäddade i en fin hyfväfnad. Dessa cephalodier äro temligen små och kunna utifrån hvarken på öfre eller undre sidan observeras. Brist pa tillräckligt undersökningsmaterial har gjort det för mig omöjligt att utreda, huruvida såsom hos föregående art de busklika cephalodierna äro en utvecklingsform af de i märglagret befintliga. Att förhållandet emellertid är sådant, synes icke vara minsta tvifvel underkastadt.

3. **L. glomeruligera** (NYL.).

Undersökt exemplar: Orizaba. F. MÜLLER.

På öfre sidan af bålen förekomma hos denna art busklika, svartgröna *cephalodier*, innehållande en blågrön *Phycochromacé*. Till sin form och inre byggnad öfverensstämma de i allt väsendtligt med de busklika cephalodierna hos *L. amplissima*.

Då jag icke lyckats få se beskrifningen på denna art, vet jag icke, huruvida cephalodierna hos denna förut blifvit studerade. Af namnet framgår likväl, att de åtminstone observerats.

4. **L. dichotomoides** (NYL.).

Hos denna art har NYLANDER (Syn. Lich. s. 355) iakttagit i bålens kant busklika *cephalodier*.

5. **L. damæcornis** (ACH.) var. **caperata** (BOR.).

Enligt NYLANDER (Syn. Lich. s. 357) förekomma äfven hos denna form understundom busklika *cephalodier*.

Utom hos dessa har jag hos ett stort antal andra *Lobaria*-arter iakttagit cephalodier, men endast i märglagret. Sällan hafva de uppnått en sådan storlek, att de på öfre eller undre sidan af bålen bilda någon märkbar upphöjning. Detta förklarar anledningen, hvarför dessa cephalodier hittills i allmänhet undgått uppmärksamheten. Såsom förut är nämdt, synes dock redan WALLROTH hos ett par arter hafva observerat och såsom cephalodier (»phymata») igenkänt dem, och med säkerhet har TULASNE iakttagit dem hos dessa samma arter, ehuru han förbisåg deras natur. Äfven SCHWENDENER (Flechtenth. II s. 169, 170) har i märglagret hos detta slägte funnit gyttringar af blågröna gonidier, hvilka han emellertid är böjd för att betrakta såsom soredier. Vidare har NYLANDER påvisat förekomsten af cephalodier i märglagret hos några få hithörande arter. Om jag härtill lägger, att WINTER, såsom förut är nämdt, hos en art funnit cephalodier i märglagret, torde jag hafva redogjort för, hvad som i literaturen förekommer rörande cephalodierna i märglagret hos slägtet *Lobaria*.

Det skulle vara förenadt med största svårigheter att få reda på cephalodierna hos hithörande arter, om de icke förekomme i sådan ymnighet, som förhållandet synes vara. Den omständigheten, att man vanligen icke behöfver göra många snitt genom bålen, förrän man finner dem, häntyder nämligen på, att de förekomma ganska rikligt.

De bilda i märglagret rundade gyttringar af blågröna gonidier, som ligga i en ytterst tät och fin hyfväfnad. Gonidierna äro rundade eller genom ömsesidigt tryck mer eller mindre kantiga och mäta i genomskärning omkring 6 μ. De äro samlade i grupper: uti yngre cephalodier i färre, uti äldre i talrikare grupper. Mellan dessa löpa tätt med hvarandra till ett slags strängar förenade hyfer, från hvilka finare grenar utgå, hvilka vidare förgrena sig och bilda en ytterligt finmaskig, pseudoparenchymatisk väfnad, i hvilken algcellerna äro inbäddade.

Algen tillhör *Phycochromaceernas* grupp. Den närmare bestämningen af slägte och art är förenad med stora svårigheter, då algen i följd af de förändrade lifsvilkor, under hvilka den har att utveckla sig, antagit ett från det vanliga afvikande utseende. Åtminstone hos en del hithörande arter torde cephalodierna orsakas af den förut omnämda *Polycoccus punctiformis* KÜTZ. Hos vissa arter förete algcellerna en mer blåaktig färgskiftning (*L. discolor*, *L. Casarettiana*), under det att de hos andra stundom visa en temligen stark dragning åt gult (*L. herbacea*, *L. sublævis*); dessa olikheter synas dock hufvudsakligen bero på olika ålder.

Cephalodiernas utveckling har jag icke lyckats studera hos hithörande arter i följd af de stora svårigheter, som dermed äro förenade. Det lider likväl intet tvifvel, att algen intränger utifrån genom undre barklagret, såsom förut är visadt vara förhållandet hos *L. amplissima*.

Hos de olika arterna förete cephalodierna inga väsendtliga olikheter, hvarför vid de arter, hos hvilka jag funnit cephalodier i märglagret, i allmänhet endast de undersökta exemplarens fyndort och insamlare omnämnas.

6. **L. Wrightii** (TUCK.).

Bayern: Berchtesgaden. KREMPELHUBER.

7. **L. discolor** (DEL.).

Ex. i TH. FRIES' herb., sända af LENORMAND utan uppgifven fyndort.

8. **L. Schæreri** (MONT.).

Java. VAN DEN BOSCH.

9. **L. sublævis** (NYL.).

Madeira. CASTELLO DE PAIVA.

10. **L. Casarettiana** (DE NOT.).

Brasilien. CASARETT.

11. **L. Montagnei** (BAB.).

Nya Zeeland. KNIGHT.
» » HOCHSTETTER. N:o 98.

Hos denna art hade NYLANDER[1]) förut iakttagit »*cephalodia pyrenodea*».

12. **L.** sp. **coriaceæ** (TAYL. & HOOK.) affinis.

Port Sandy. W. LECHLER. Pl. magell. N:o 987.

13. **L. herbacea** (HUDS.).

Såsom redan är nämdt, hade förut både WALLROTH och TULASNE hos denna såväl som följande art iakttagit cephalodier, churu endast den förre igenkänt deras rätta natur. Följande af mig undersökta exemplar befunnos äga cephalodier:

Vestergötland: Hunneberg. FORSSELL.
Alp. Bavariæ. BAMCHENBERGER.
Nord-Carolina. RAVENEL.

14. **L. pulmonaria** (L.).

Upsala: Gottsundabergen. FORSSELL.
Madeira. JELINEK.
Nord-Carolina. RAVENEL.

Hos *Sticta retigera* ACH., som af NYLANDER ställes närmast *L. pulmonaria* (L.), hafva cephalodier förgäfves eftersökts. Enligt exemplar, samlade af HOOK. fil. & THOMSON (Herb. Ind. Or. N:o 1920, 1970) hör denna art icke till detta slägte utan äger *blågröna* gonidier, såsom MÜLL.-ARG. riktigt anmärkt[2]).

---

[1]) Flora 1867 N:o 28. s. 439 not.

[2]) J. MÜLLER: Lichenologische Beiträge VII. Flora 1878 N:o 31. s. 484.

15. **L. linita** (Huds.).

Hos denna art har Winter först iakttagit *cephalodier*, som han utförligt och noggrant beskrifvit i Flora 1877. I förhållande till bålens gonidiallager kunna de intaga något olika lägen. Han har nämligen funnit cephalodier: 1) på *undre* sidan af bålen eller rättare inuti märglagret, 2) på öfre sidan af bålen ofvan gonidiallagret och 3) på öfre sidan af bålen liggande under gonidialzonen, som jemte barklagret är hvälfd öfver cephalodiet (egentligen endast ett mer utveckladt stadium af första slaget)[1]. Cephalodiealgen hos denna art anser Winter sannolikt höra till *Rivulariaceæ* eller *Scytonemaceæ*. Vida sannolikare synes mig dock det antagandet vara, att algen är en *Nostocacé* såsom hos *L. amplissima*. Jag har nämligen icke kunnat finna hos algcellerna minsta tendens till radvis anordning, hvilken framträder så tydligt hos gonidierna i *Scytonema*-cephalodier.

Winter anser vidare cephalodierna hos denna art vara temligen sällsynta, då han sparsamt funnit dem endast på exemplar från Brenner i Tyrolen, samlade af Arnold. Enligt mina egna iakttagelser synas tvärtom cephalodier förekomma mycket allmänt (normalt?) äfven hos denna art af slägtet *Lobaria*. Jag har nämligen undersökt åtskilliga exemplar, hvilka *alla* visade sig äga cephalodier. Dessa exemplar voro från följande lokaler:

Transsilvania. Barth.
Savoyen: Chamounix, Montavert. Th. Fries.
Tyrolen: Brenner. Arnold.
Wallis: St. Nicolas.
Cimalmotto nel Cantone Ticino. Franzoni (Erb. critt. It. N:o 566).
Schær. & Hepp. Lich. Helv. exs. N:o 896.
Helvetia. Schleicher.
Exempl. i Th. Fries' herb., sända af Sauter från obekant fyndort.

---

[1] Antagligen är detta förhållandet äfven med cephalodier af andra slaget. Det är nämligen mycket osannolikt, att dessa cephalodier utvecklats från *öfre* sidan af bålen såsom hos t. ex. *Peltidea aphthosa* (L.). Följande förklaring synes mig vida sannolikare: De i märglagret inneslutna gyttringarne af algceller hafva trängt allt högre upp i bålen, och slutligen har cephalodiet på bålens öfre sida bildat en rundad upphöjning med en gulgrön gonidialzon under barklagret och blågröna gonidier i de centrala delarne: så småningom hafva de gulgröna gonidierna i cephalodiets periferi bortdött, under det att från bålens gonidialzon spridda gonidier utvecklats åt sidorna, såsom synes på Winters figur (Tafl. IV fig. 1).

Äfven på exemplar i TH. FRIES' herb. af underarten *Garovaglii* (SCHÆR.) har jag funnit cephalodier. De undersökta exemplaren voro alla tre från norra Italien, men endast ett med närmare angifven fyndort (Piemont: Stella. CARESTIA).

16. **L. laciniata** (ACH.).

Ostindien. SWARTZ.
Van Diemens Land. FRASER.

17. **L. damæcornis** (ACH.).

Irland: Turc Cascade. WILSON.
Cuba. WRIGHT (Lich. Cubæ N:o 61).
Mauritius. BABINGTON.
» SIEBER [*f. subnuda* (LAUR.)].
Taiti — sänd af LENORMAND [*f. sinuosa* (MONT.)]
Nya Zeeland. KNIGHT [*f. sinuosa* (MONT.)].
Teneriffa — sänd af LENORMAND [*f. canariensis* (ACH.)].

18. **L. dichotoma** (DEL.).

I bålen hos denna art, som jag icke haft tillfälle att undersöka, har NYLANDER funnit *cephalodier.*[1])

19. **L. variabilis** (BOR.).

Nya Zeeland. KNIGHT.

20. **L. Filix** (HOFFM.).

Nya Zeeland. KNIGHT [*f. parvula* (NYL.)].

21. **L. latifrons** (RICH.).

Nya Zeeland. KNIGHT.

22. **L. subcoriacea** (NYL.).

Nya Zeeland. KNIGHT.

23. **L. cinereo-glauca** (TAYL.).

Nya Zeeland. KNIGHT.

24. **L. nitida** (TAYL.) [enligt NYL. Syn. Lich. s. 359].

Pl. chilens. N:o 598 c. W. LECHLER[2]).

---

[1]) Flora 1868 N:o 8 s. 118 not. [1]).

[2]) Enligt etiketten skulle dessa exemplar vara *Sticta cervicornis β atrovirens.*

25. **L. Urvillei** (DEL.).

Valdivia (TH. FR. herb.).
Nya Zeeland. HOOKER [*f. flavicans* (TAYL. & HOOK.)].
» » REMY. ROUMEGUERE: Lich. Gall. exs. N:o 371 [f. *Côlensoi* (NYL.)].
» » KNIGHT [f. *Colensoi* (NYL.)].

26. **L. orygmæa** (ACH.).

York-Bay. W. LECHLER. Pl. magell. N:o 1342.
Nya Zeeland. KNIGHT.

27. **L. aurata** (ACH.).

Nord-Carolina. M. A. CURTIS.
Syd-Carolina. RAVENEL (s. n. *St. crocata* ACH.).
Brasilien. CASARETT [f. *clathrata* (DE NOT.)].
Goda Hoppsudden (TH. FR. herb.).

28. **L. granulata** (BAB.).

Nya Zeeland. KNIGHT.

29. **L. carpoloma** (DEL.).

Nya Zeeland. KNIGHT.

Enligt de undersökta exemplaren, som utan tvifvel äro riktigt bestämda, hör denna art icke till slägtet *Stictina* NYL., dit den föres i NYL. Syn. Lich. s. 339, utan har *gulgröna* gonidier och är således en *Lobaria* (*Sticta* NYL.).

30. **L. dissimulata** (NYL.).

Nya Zeeland. KNIGHT.

31. **L. multifida** (LAUR.).

Nya Zeeland. KNIGHT.

32. **L. fossulata** (DUF.).

Nya Zeeland. HOCHSTETTER. N:o 102.
» » KNIGHT.
Van Diemens Land. HOOKER [f. *linearis* (HOOK. & TAYL.)].

33. **L. punctulata** (NYL.) (Syn. *Sticta quercifolia* TAYL.).

Nya Zeeland. HOCHSTETTER.

34. **L. homoephylla** (Nyl.).

Hos denna art har Nylander på exemplar från Nya Zeeland, samlade af Knight, iakttagit »*cephalodia hypogena insignia magna subglobosa (diam. 0,2—0,3 millim.), quæ nota jam sola ad hanc speciem distinguendam sufficit*»[1]. — På exemplar likaledes från Nya Zeeland (Knight), har jag också iakttagit cephalodier i märglagret, hvilka i intet afseende afvikit från de hos hithörande arter så vanliga cephalodierna.

35. **L. Freycinetii** (Del.).

På undre sidan af bålen har Nylander hos denna iakttagit »*cephalodia pyrenodea*»[2]. Dylika cephalodier har jag funnit på exemplar från Nya Zeeland (Knight).

36. **L. episticta** (Nyl.).

Lindsay uppger visserligen, att »on the upper surface there occasionally occur small subglobose isidia or cephalodia of a bright gamboge-yellow colour»[3], men härmed afses tydligen icke cephalodier. På undre sidan af bålen har jag deremot på exemplar från Nya Zeeland (Knight) funnit små upphöjningar, som orsakats af i märglagret inneslutna *cephalodier*.

37. **L. amphisticta** (Knight).

Nya Zeeland. Knight.

NEPHROMA (Ach.) Nyl.

Bålen består öfverst af ett 25—50 μ bredt, pseudoparenchymatiskt *öfre barklager* och utsänder ofta här och der uppåt små, hårlika bildningar. Nedanför ligger *gonidialzonen*, som utgöres af en mycket finmaskig hyfväfnad med deri tätt inbäddade gulgröna gonidier, hvilka äro 5—6 μ i genomskärning. Gonidiallagret begränsas nedtill af *märglagret*, som består af långa, glesa hyfer med tjocka, ofärgade membraner. Nederst ligger *undre barklagret*, som mäter 15—25 μ i tjocklek och är pseudoparenchymatiskt samt mer eller mindre tätt utsänder kortcelliga hyfer, ofta på undersidan bildande ett tätt ludd.

---

[1] Flora 1867 N:o 28 s. 439.

[2] Nylander: Conspectus synopticus Sticteorum s. 9 not 1 (Bulletin de la Société Linnéenne de Normandie. Vol. II. Sér. II. Caen 1868).

[3] Lindsay: Observations on New Lichens and Fungi collected in Otago, New Zealand. s. 421 (Transactions of the Royal Society of Edinburgh. Vol. XXIV. Part. II. 1865—1866).

Bland hithörande arter hafva cephalodier förut observerats endast hos *N. expallidum* Nyl. De förekomma likväl ymnigt äfven hos andra (alla öfriga?) arter.

1. **N. arcticum** (L.).

Företrädesvis undersökta exemplar:
Strängnäs. J. E. Zetterstedt.

På öfre sidan af bålen observeras ofta rundade, något ljusare, ytterst svaga, 1—8 mm. breda upphöjningar. På vertikalsnitt genom dylika delar af bålen finner man under gonidialzonen i märglagret rundade gyttringar af blågröna gonidier *(cephalodier)*. Dessa gyttringar äro här mycket större än hos *Lobaria* och upptaga ofta rätt betydliga sträckor omedelbart under gonidiallagret. De blågröna gonidierna äro rundade eller genom ömsesidigt tryck kantiga, 6 μ i diam.; vissa celler äro något större och försedda med dubbelt konturerad membran samt färgas med kaliumhydrat och klorzinkjodlösning violetta (heterocyster). Algcellerna, som äro förenade till grupper, skilda genom gröfre och finare hyfsträngar och i alla riktningar tätt genomdragna af ytterst fina hyftrådar, ligga i de af hyferna bildade interstitierna.

På yngre delar af bålen (liksom bland mossa deromkring) träffar man stundom på undre sidan en *Nostocacé*, som orsakar cephalodierna hos ifrågavarande laf. Då nämligen algen kommer i beröring med de från undre barklagret utgående hyferna, förlängas dessa och omsluta algkolonien på vanligt sätt. Under det att hyferna förgrena sig i algkolonien och genomtränga densamma samt derigenom mer och mer skilja algcellerna från hvarandra, börja dessa rikligt dela sig. Cephalodiet kan i detta utvecklingsstadium utan synnerlig svårighet observeras på undre sidan af bålen såsom en ytterst liten, brunsvart, punktlik upphöjning. Denna försvinner emellertid vid algens inträngande i nedre barklagret. Då algcellerna växt in uti detta senare, fortgår deras delning med ökad fart, så att de tillsammans bilda en allt större massa. Det är nu hufvudsakligen de upptill befintliga algcellerna, som dela sig, hvilket har till följd, att den af blågröna algceller bestående, rundade gyttringen (cephalodiet) allt mer närmar sig gonidielagret. Under detta utbreda sig sedan algcellerna längre eller kortare sträckor. Vanligen föröka sig algcellerna så rikligt, att den gulgröna gonidialzonen och öfre barklagret höjas uppåt, hvarigenom på bålens öfre sida en mer eller mindre märkbar konvexitet uppstår.

På exemplar från Syd-Grönland (fjället norr om Tiksaluk, samlade d. $^{31}/_{5}$ 1880 af N. O. HOLST) begränsas de blågröna cephalodiegonidierna *icke blott på öfre utan ock på undre sidan* af gulgröna gonidier, ehuru det undre lagret är betydligt glesare (Tafl. I fig. 6). Denna gonidiallagrets delning visade sig icke vid undersökning af endast ett eller ett par cephalodier, utan förhållandet var enahanda med *alla* undersökta cephalodier på ifrågavarande exemplar. Den cephalodiebildande algen, som jag här ej lyckades anträffa i fritt tillstånd, torde att döma af cellernas något större dimensioner icke vara samma art, som hos *N. arcticum* vanligen ger upphof till cephalodier. Jag har icke heller kunnat studera dessa cephalodiers utveckling.

Ehuru cephalodierna synas hos denna art hittils icke blifvit uppmärksammade, förekomma de likväl mycket ofta (konstant?). På talrika exemplar från olika delar af Sverge och Norge har jag utan undantag funnit dem, likaså på exemplar från Norra Amerika.

2. **N. expallidum** NYL.

Undersökta exemplar:

Norge, Dovre. J. E. ZETTERSTEDT.

Om man undersöker undre sidan af bålen hos denna art, kan man lätt redan med blotta ögat vanligen strax innanför kanten se små, mer eller mindre halfklotformiga upphöjningar. De förekomma sparsamt närmast kanten och talrikt på äldre delar af bålen. Till färgen äro de antingen öfverallt eller i midten mörkare. Vid mikroskopisk undersökning af dessa bildningar finner man, att de orsakas af i märglagret förekommande gyttringar af blågröna *Nostocacé*-celler.

Samma alg träffas i fritt tillstånd ofta på mossa bland lafven, och vid noggrannare undersökning har jag äfven påträffat den på undre sidan af bålen. Cephalodierna uppstå hos denna liksom hos föregående art genom algens inverkan på från undre barklagret utgående hyfer. Äfven hos *N. expallidum* visa sig de första cephalodieanlagen (d. v. s. då algen omslingrats af hyfer och kommit i beröring med undre barklagret samt börjat genomtränga detta) såsom små, brunsvarta, punktlika upphöjningar på undre sidan af bålen (Tafl. I fig. 7 a och 8).

Vanligen kan på öfre sidan af bålen icke något spår af cephalodiet förmärkas. Stundom utvecklas emellertid algen så rikligt, att äfven här en mer eller mindre tydlig upphöjning bildas 1). Algen fyller då hela märglagret mellan undre barken och gonidialzonen, och denne senare bildar liksom öfre barken genom den underifrån påträngande algen en konvex upphöjning på bålens öfre sida. I allmänhet tränger dock algen hos denna art icke så långt upp i märglagret som hos föregående utan stannar vanligen i midten af detsamma såsom hos *Lobaria* (Tafl. I fig. 9).

Cephalodier, som hos denna art först observerades af Nylander 2), förekomma, att döma efter en mängd undersökta exemplar från Dovre, normalt. Jag har äfven funnit dem på exemplar från Tyrolen (Oberhalb Gurgl im Oetzthale. Arnold Lich. exs. N:o 528).

3. **N. antarcticum** Nyl.

Undersökta exemplar:

A. Chile: »Los Ulmos» pr. Valdivia. H. Krause.
B. Inter Cadigo et Futa. W. Lechler. Plantæ chilens. N:o 354. Ed. Hohenacker (s. n. *N. australe* Rich. fide Mont.).
C. Juan Fernandez. Ex herb. Montagne (»*N. australe* Mont.»).
D. Magelhaens Land. N. J. Andersson.
E. Hermit Island. Hooker (»*N. cellulosum*»).
F. Nya Zeeland. Knight (forma *tenuis* Nyl.).

På alla dessa exemplar iakttog jag mer eller mindre talrikt *cephalodier* innehållande en blågrön *Nostocacé*. Stundom liknade de närmast cephalodierna hos *N. expallidum* Nyl. (ex. A, D, F), stundom företedde de mera likhet med dem hos *N. arcticum* (L.) (ex. B). På ex. E bildade cephalodierna på

---

1) Förmodligen afser Nylander dylika cephalodier med följande notis i Flora 1869 N:o 26 s. 411: »*Nephr. expallidum* Nyl. *cephalodiis amphigenis (pyrenodeis simul superis et inferis). in utraque pagina mastoideo-prominulis (latit. fere 1 millim.) legit in Dovre* Zetterstedt.»

2) Nyl. Syn. Lich. s. 319 och Nylander: Novitiæ quædam Licheneæ Norvegicæ (Öfversigt af Kongl. Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar 1860 N:o 6 s. 295).

undre sidan af bålen mycket stora halfklotformiga, med bålen likfärgade upphöjningar.

Äfven hos denna art torde cephalodier förekomma mycket ofta, då de iakttogos på *alla* af mig undersökta exemplar.

4. **N. analogicum** Nyl. ap. Cromb. 1).

Undersökta exemplar:

A. Port Grappler på vestkusten af Patagonien. R. O. Cunningham. Ex. herb. Kew.

B. Patagonien. Wawra (»*N. patagonicum* Kremph.»)2).

På undre sidan af bålen förekommo i synnerhet på ex. B stora, halfklotformiga och svarta cephalodier, som innehöllo *Nostoc*-gonidier.

PELTIDEA (Ach.) Nyl.

Hos de båda till detta slägte hörande arterna äro cephalodier iakttagna.

1. **P. aphthosa** (L.) Nyl.

De företrädesvis undersökta exemplaren:

Upland: Tensta sn. Juli 1881. Förf.

Bålen består öfverst af ett pseudoparenchymatiskt, 32—38 μ tjockt *barklager* med de yttersta cellernas membraner tjockare och mörkare än de undres. På yngre delar af bålen förlänga sig öfversta barklagrets celler ofta till en- eller flercelliga hår, som blifva ända till 0,06 mm. långa, men som på äldre delar af bålen snart försvinna. Under barklagret ligger *gonidiallagret*, som är 22—30 μ tjockt och utgöres af små

---

1) Crombie: On the Lichens collected by Prof. R. O. Cunningham in the Falkland Islands, Fuegia, Patagonia and the Island of Chiloe during the voyage of H. M. S. »Nassau» 1867—69 (The Journal of the Linnean Society. Botany. Vol. XV. N:o 82. London 1876. s. 231).

2) Krempelhuber: Aufzählung und Beschreibung der Flechtenarten, welche Dr. Heinrich Wawra, Ritter von Fernsee, von zwei Reisen um die Erde mitbrachte. s. 439 (Verhandlungen der kaiserlich-königlichen zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien. 1876. Band XXVI. Wien 1877).

Nylanders *N. analogicum* och Krempelhubers *N. patagonicum* äro utan tvifvel samma art, och måste derför såsom något äldre det af den förre gifna namnet föredragas. Jag vill emellertid anmärka, att den af Nylander angifna karakteren *thallus intus KOH chrysophanice tinctus* visade sig på ex. A mycket ohållbar: en obetydlig och snart försvinnande färgning kunde visserligen på *en del* thallus-snitt förmärkas, men på andra liksom på ex. B inträdde inuti bålen vid tillsats af kaliumhydrat ingen färgförändring.

(5—6 μ i genomskärning), lifligt gröna gonidier, liggande i en finmaskig hyfväfnad. Under gonidiallagret ligger *märglagret*, som består af långa, greniga hyfer med starkt förtjockade, på yttre sidan ofta ojemna och skrofliga väggar, som äro ofärgade utom i bålens kanter och här och der på undre sidan (»ådrorna»), der de äro brunaktiga [1].

På öfre sidan af bålen förekomma små, brun- eller gråaktiga, upptill tillplattade, vårtlika cephalodier, innehållande blågröna gonidier. I genomskärning mäta dessa cephalodier vanligen omkring 1 mm. och förekomma mer eller mindre tätt såväl strax innanför bålens kanter som på dess äldre delar. De synas hos *Peltidea aphthosa* förekomma konstant och användas derför med fördel såsom kännemärke på denna art.

Då cephalodierna hos denna art äro på engång lätta att iakttaga och konstant förekommande, är det helt naturligt, att de för länge sedan ådragit sig botanisternas uppmärksamhet. De finnas också (se sid. 8) omnämda redan i de äldsta lichenologiska arbeten under namn af *corpuscula, glomeruli, verrucæ* m. m. Den förste, som noggrannare studerade dem och betraktade dem såsom cephalodier, var, såsom redan förut är nämdt, Acharius. I sin Lich. Univ. (1810) både beskref och afbildade han dem. Med undantag af Wallroth synas Acharius' efterföljare ända till Nylander (Syn. Lich. 1860. s. 323) ha missuppfattat deras natur. Äfven Körber [2], Schwendener [3] och Stein [4], hvilka tydligen undersökt dem, synes det ha undgått, att nämde bildningar äro att betrakta såsom cephalodier. Den, som noggrannast studerat cephalodierna hos *Peltidea aphthosa* (L.) är BABIKOF, som 1878 lemnade en redogörelse för cephalodiernas byggnad och utveckling hos denna art. Vid mina egna undersökningar har jag funnit bekräftelse på BABIKOFS iakttagelser, hvarjemte jag lyckats komplettera dem med ett och annat, som han icke observerat.

---

[1] Då hyferna behandlas med kaliumhydrat och jod samt 5 % svafvelsyra eller klorzinklösning, blir deras korniga innehåll lätt att iakttaga. Antagligen är det dylika korn, som Minks benämt »*mikrogonidier*». Hans undersökningar rörande dessa »mikrogonidiers» vidare utveckling och utbildning till gonidier har jag emellertid *icke* kunnat konstatera.

[2] Hvad Körber (Systema Lichenum Germaniæ. Breslau 1855. s. 58) menar med följande: »Die Zellen der Rindenschicht zeigen einen deutlichen Kern, der in den Warzen [= Cephalodien] (welche aus Rindenzellen untermischt mit Gonidien bestehen) oft doppelt auftritt» är mig fullkomligt obegripligt.

[3] Flechtenth. II. s. 175. Här betecknas cephalodierna såsom »vårtlika prolifikationer, hvilka bestå af en *interstitielös*, vanligen otydligt parenchymatisk väfnad». Att dessa »prolifikationer» innehålla gonidier omnämnes icke. Uppgiften, att hyfväfnaden i cephalodierna är »interstitielös» får väl anses bero på ett förbiseende; hvar skulle annars gonidierna ha sin plats?

[4] »Die schwarzen Warzen sind Rindenzellenhaufen mit Gonidien gemischt» Kryptogamen-Flora von Schlesien. II: 2. Flechten von Stein. Breslau 1879. s. 87.

Cephalodierna hos *Peltidea aphthosa* (L.) bestå ytterst af ett pseudoparenchymatiskt barklager, som nedtill står i omedelbart sammanhang med bålens barklager, hvars celler under cephalodiet ofta synas ha antagit en i vertikal riktning mer utdragen form. Bålens gonidiallager under cephalodiet förändras så till vida, att det till en början här och der genomdrages af vertikalt löpande hyfer och sedan blir allt glesare, till dess gonidierna helt och hållet försvinna under cephalodiet.

Barklagret kring fullt utvecklade cephalodier är ungefär 15 μ tjockt och utgöres af omkring 3 rader celler. Liksom hos bålens barklager äro de ytterst liggande cellernas membraner mycket tjockare och mörkare.

Innanför barklagret finnas inbäddade i en hyfväfnad blågröna, genom ömsesidigt tryck oftast mer eller mindre kantiga, om hvarandra liggande gonidier. Hos unga cephalodier ser man dessa algceller till större eller mindre antal samlade i cephalodiets midt. I något mer utvecklade cephalodier äro algcellerna betydligt flere och fördelade i större och mindre grupper, skilda från hvarandra genom hyfer. Det framgår häraf, att algcellerna, ehuru i cephalodiet tätt omslutna af och sammanträngda mellan hyferna, likväl äga förmåga att rikligt dela sig. Detta visar sig ännu tydligare, om man undersöker ett fullt utveckladt cephalodium. Man finner då, att detta under sin utveckling betydligt tilltagit i storlek, och att algcellerna äro spridda öfver hela cephalodiet men fördelade i större grupper. Dessa äro delade i en mängd genom hyfer från hvarandra skilda, smärre grupper. I hvarje mindre grupp ligga algcellerna några få tillsammans i interstitierna i en ytterst fin hyfväfnad, bildad derigenom, att grenar af hyferna ytterligare förgrenat sig och bildat med hvarandra anastomoserande smågrenar.

Algen i cephalodierna är färgad af phycochrom, och cellerna mäta omkring 8 μ i genomskärning. En del algceller äro något större, färglösa, försedda med dubbelt konturerad membran och antaga efter behandling med kaliumhydrat och klorzinkjodlösning en violett färg, under det att de öfriga algcellerna färgas gulbruna, samt äro således att anse såsom *gränsceller (heterocyster)*. Dessa förekomma såväl i unga som äldre cephalodier.

Cephalodiernas utveckling försiggår hos denna art på följande sätt: Bland lafven förekommer på mossa o. d. en *Nostocacé*, som, då den kommit i beröring med de på bålens öfre sida befintliga håren, så småningom af dem fullständigt omväxes. De algen omslutande hyferna förgrena sig och omgifva algen med ett tjockt, brunaktigt barklager samt utveckla inåt grenar, som på förut nämdt sätt dela algkolonien i en mängd större och mindre grupper.

Alla af mig undersökta cephalodier hos *Peltidea aphthosa* (L.) hafva innehållit blågröna *Nostocacé*-celler. Så var äfven förhållandet med de af BABIKOF undersökta cephalodierna. Detta framgick icke blott genom undersökning af cephalodiernas utveckling utan äfven genom odling på fuktig lera af tunna snitt genom cephalodier, då gonidierna snart antogo utseende af en normalt utvecklad *Nostoc*.

Det vill emellertid synas, som om cephalodierna hos denna art stundom innehölle *tvänne* olika alger. Jag har nämligen några få gånger inuti cephalodier observerat: 1) i nedre hälften af cephalodiet stora (ända till 10 μ i diam.), blågröna celler; 2) i öfre delen af cephalodiet fina, böjda algtrådar med mycket små celler (2 μ i diam.). De förra cellerna lågo såsom vanligt inbäddade i en fin hyfväfnad, men mellan algtrådarne kunde inga eller endast några få hyfer iakttagas (Tafl. I fig. 4). Om den senare algen hör till *Nostocaceæ*, *Scytonemaceæ* eller möjligen någon annan familj vågar jag icke med bestämdhet afgöra. På ett cephalodium, som i genomskärning mätte 0,28 mm., lågo algtrådarne delvis utom cephalodiet, vare sig nu de sprängt och utträngt igenom barklagret eller vid skärningen af snittet förts utom detsamma. De voro mycket böjda och tätt hoptrasslade sinsemellan samt nådde understundom en högst betydlig längd; den längsta algtråden uppgick nämligen till icke mindre än 0,2 mm. i längd. Gränsceller förekommo i dessa trådar mycket sparsamt; endast några få observerades. De voro 5 μ i diam. och således betydligt större än de vegetativa cellerna.

På exemplar af *Peltidea aphthosa* (L.) ur Universitetets lafsamlingar utan angifven lokal (antagligen från Sundsta-bergen i Stockholms län) afveko cephalodierna i flere afseenden. Till färgen voro de ljusare än vanligt och dessutom ungefär dubbelt större. Deras form var också något afvikande från den vanliga, i det de snarare liknade i kanten något krenulerade fjäll än vårtlika upphöjningar. Den största skiljaktigheten företedde dock deras anatomiska byggnad. Gonidierna hade nämligen nedtill och i midten af cephalodiet till allra största delen försvunnit och förekommo endast i öfre delen under barklagret, der de bildade ett smalt, blågrönt gonidiallager (Tafl. I fig. 5). I öfrigt utgjordes cephalodierna af en hyfväfnad, hvilken ej bestod af så smala och fina hyfer som vanligt utan under cephalodiets tillväxt allt mer utvecklat sig till likhet med märglagret hos slägtet *Peltigera* ACH.

Cephalodierna voro helt löst fästade ofvan lafbålen. De från undre sidan utgående hyferna voro mörka och genomträngde bålens barklager samt slutligen äfven gonidial- och märglagren. Gonidierna i bålen bortdogo snart, och slutligen hade äfven märglagret blifvit helt och hållet undanträngdt af de från cephalodiets bas utgående, mörka hyferna.

Det hela företedde vid mikroskopisk undersökning utseendet af en på *Peltidean* liggande del af en *Peltigera*-bål.

Cephalodiernas utveckling hos exemplaren från Sundstabergen var densamma som hos de först beskrifna exemplaren. Till en början voro också de blågröna gonidierna jemnt fördelade i cephalodiet, och det var först vid en mera framskriden utveckling, som de började försvinna nedtill och i midten samt under barklagret bilda ett tydligt gonidiallager såsom hos *Peltigera*.

Icke sällan observerades äfven på undre sidan af bålen på exemplar från Sundsta-bergen *Nostoc*-kolonier (antagligen *N. sphæricum* VAUCH.), som voro 0,01—0,06 mm. i diam. De hade inträngt ett litet stycke i bålen bland märglagrets hyfer, men antingen hade de nyss inkommit bland hyferna och ännu icke hunnit inverka på dessa, eller också — hvilket är sannolikare — egde mellan hyferna och algen i detta fall ingen samverkan rum, ty endast en enda af dessa algkolonier var omgifven af ett smalt lager hyfer, men alla de andra voro fullkomligt oförändrade. Äfven på exemplar från Vattholma i Upland (samlade i Juni 1880 af förf.) förekommo sparsamt på undre sidan af bålen nederst vid märglagrets bas *Nostoc*-kolonier, som voro alldeles oförändrade.

2. **P. venosa** (L.) Nyl.

De företrädesvis undersökta exemplaren:

Dalsland, Trollungebyn. 1870. J. Hulting.

I afseende på bålens inre byggnad hänvisas till föregående art, med hvilken denna häruti i allt väsendtligt öfverensstämmer.

Den förste, som hos *P. venosa* (L.) iakttog cephalodier var Nylander [1]). På undre sidan af bålen fann han gråaktiga eller svarta, små (0,2—0,5 mm. i diam.), rundade eller något nedtryckta, icke sällan tätt hopgyttrade cephalodier, innehållande blågröna gonidier.

Jag har sedermera närmare undersökt cephalodierna hos denna art. Ytterst i bålens kant fann jag på undre sidan *Nostoc*-kolonier antingen alldeles fria eller obetydligt omslutna af hyfer. Något längre in på bålen voro algkolonierna helt och hållet omvuxna af hyfer, som kring dem bildade ett brunaktigt hölje. Dessa algkolonier voro ännu mycket små, men längre in på bålen blefvo de allt större och större. Hyferna hade inuti algkolonien börjat förgrena sig, under det att algcellerna rikligt delat sig. Så småningom hade inuti cephalodiet bildats en pseudoparenchymatisk, temligen tjockväggig väfnad, hvars struktur visade en viss öfverensstämmelse med barklagrets.

Cephalodierna lågo alltid nederst vid märglagrets bas, löst förenade med omgifvande hyfer. Understundom hade de nått en ganska betydlig storlek och bildade på undre sidan af bålen små, bladlika fjäll, 1 mm. långa och 0,15 mm. breda. I synnerhet på dessa mer utvecklade fjäll hade yttersta cellskiktet blifvit mer storcelligt och bildade kring det hela ett slags barklager (Tafl. II fig. 28). Dessa fjällika cephalodier stodo i ett obetydligt samband med bålen och visade afgjord tendens till sjelfständig utveckling. Sammanhanget med märglagrets hyfer var likväl tillräckligt tydligt för att utesluta möjligheten af hvarje förvexling, liksom det också var jemförelsevis lätt att finna en fullständig serie utvecklingsstadier från de små, rundade, af hyfer ännu knappast omspunna *Nostoc*-kolonierna till de nyss beskrifna, fjällika cephalodierna. Genom att skära radialt gående vertikalsnitt genom bålen kunde man ofta nästan på ett enda snitt studera cephalodiernas hela utvecklingshistoria.

---

[1]) De cephalodiis in *Peltidea venosa* (Flora 1866. N:o 8 s. 116).

— Ofta äro cephalodierna mer inväxta i märglagret än på de nu beskrifna exemplaren.

På exemplar från Skottland (J. M. CROMBIE: Lich. Brit. Exs. N:o 42) fann jag på *öfre* sidan af bålen *rikligt* med *Nostoc*-kolonier. Hyferna syntes emellertid här mestadels förhålla sig passivt. Endast några få *Nostoc*-kolonier voro omgifna af ett otydligt barklager och sparsamt genomträngda af hyfer.

På exemplar från Norra Amerika (Pend Oreille River. 1861. LYALL), iakttog jag ett cephalodium på *öfre* sidan af bålen, omgifvet vid basen af fria *Nostoc*-kolonier. Dess hyfväfnad var mer storcellig än annars plägar vara förhållandet. På *undre* sidan af bålen funnos talrikt vanliga cephalodier. Samma var förhållandet med ett annat exemplar från Norra Amerika (Vornconveris. LYALL), ehuru cephalodierna på undre sidan här voro mer sparsamma.

Cephalodier synas förekomma mycket allmänt på *Peltidea venosa* (L.). På svenska exemplar har jag utan undantag funnit dem, likaså på talrika exemplar från olika delar af Europa och Norra Amerika, med undantag af ex. från Valesia i Italien (Erbario Crittogamico Italiano. N:o 728), på hvilka jag icke kunnat påträffa några cephalodier.

SOLORINA (ACH.).

Bålen består öfverst af ett tjockt (vanligen omkring 45—60 μ), pseudoparenchymatiskt *öfre barklager* med celler af något vexlande storlek. Cellväggarne äro på nedre skikten temligen tunna och på de öfre mycket tjocka och något brunaktiga. Under barklagret ligger *gonidialzonen*, som utgöres af små (omkring 6 μ i genomskärning), runda eller genom ömsesidigt tryck mer eller mindre kantiga, gulgröna gonidier. Vanligen äro de förenade till smärre, tätt liggande grupper och äro inbäddade i en fin hyfväfnad, bestående af rikt förgrenade och ytterligt fina hyfer med mycket små interstitier. Ofta bildar gonidiallagret här och der inskjutningar i barklagret, hvilka äro upptill afsmalnande och stundom sträcka sig genom nästan hela barklagret.

Under gonidialzonen ligger *märglagret*, som består af långa, grenade hyfer ända till 7 μ i genomskärning. Deras membraner äro starkt förtjockade och försedda med färglösa eller [hos *S. crocea* (L.)] rödaktiga och med kaliumhydrat violetta inlagringar.

På undre sidan af bålen saknas *barklager* utom under apothecierna, der ett mycket tjockt sådant (omkring 130 μ) finnes, som uppåt och åt sidorna så småningom öfvergår i märglagret.

Här och der finner man uti eller under märglagret *cephalodier*, bestående af större eller mindre gyttringar af blågröna, rundade *Nostoc*-celler, hvilka i genomskärning äro 3—6 μ. Dock finner man bland dem äfven något större celler (7 μ i diam.), hvilka äro försedda med dubbelt konturerad membran, ha ett mer färglöst innehåll samt med kaliumhydrat och klorzinkjodlösning färgas violetta (gränsceller).

Till storleken äro dessa cephalodier temligen olika. Vid märglagrets bas äro de vanligen små, men längre in i bålen nå de understundom en ganska betydlig storlek och undantränga ofta på sina ställen helt och hållet gonidiallagret. I allmänhet bestå de af flere, genom hyfer mer eller mindre skilda, större grupper. Genom undersökning af mycket tunna snitt genom dessa finner man, att de blågröna algcellerna ligga tätt inbäddade i en ytterligt fin hyfväfnad, som antagit en pseudoparenchymatisk struktur och uppstått genom upprepade förgreningar af hyferna.

Cephalodier hafva hos slägtet *Solorina* observerats redan af Tulasne [1]), ehuru han förbisåg deras verkliga natur. Samma är förhållandet med Massalango, som ungefär samtidigt med Tulasne studerade bålens byggnad hos *Solorina* och dervid observerade »einzelne reguläre Hohlräume, welche gekrümmt und voll von Gonidien von blauer oder besser grünlich hellblauer Farbe sind» [2]). Äfven Schwendener [3]) har hos både *S. saccata* (L.) och *S. crocea* (L.) i märglagret funnit gyttringar af blågröna gonidier utan att dock betrakta dem såsom cephalodier. Den förste, som insåg deras verkliga natur, är Th. Fries [4]). De blågröna gyttringarne i märglagret hos *S. crocea* (L.) anser han nämligen kunna betraktas såsom ett slags *cephalodia immersa*, jemförliga med de insänkta glandlerna i bladen på *Hypericum perforatum*. Sedermera har WINTER noggrant undersökt och i Flora 1877 utförligt beskrifvit cephalodierna hos några hithörande arter.

---

[1]) Mém. Lich. s. 20 not.

[2]) Memoire lichenografice. Verona 1853. s. 25 (citeradt efter Körber: Lichenes Germaniæ. Breslau 1855. s. 63).

[3]) Flechtenth. II, s. 176—177.

[4]) Lich. Spitsberg. s. 16 not.

1. **S. saccata** (L.) ACH.

De företrädesvis undersökta exemplaren:

Vestergötland, Nya Dala vid Stenstorps jernvägsstation. Aug. 1880. Förf.

Bland mossa o. d. under lafven träffades ymnigt en *Nostoc*-art, som synes närmast öfverensstämma med *N. rupestre* Kütz. Den bildar större eller mindre (ej öfver 1 mm. i diam.), rundade kolonier, som innehålla glesa cellträdar, och som utåt äro begränsade af ett mer eller mindre gul- eller brunaktigt slemhölje. Cellträdarne bestå af rundade, blågröna vegetativa celler, som i genomskärning äro 5—6 μ, och mellan hvilka man här och der finner större (7 μ i diam.) gränsceller, som äro försedda med dubbelt konturerad membran, ljusare innehåll samt genom kaliumhydrat och klorzinkjodlösning färgas violetta.

Dylika *Nostoc*-kolonier finner man äfven på lafbålens undre sida. Då de kommit i beröring med densamma, förlängas och förgrenas de närgränsande hyferna, så att algkolonien snart är af dem omvuxen och i olika riktningar genomträngd. Hyferna förgrenas rikt inuti *Nostoc*-kolonien, hvilket har till följd, att cellträdarne delas i mindre sådane, och algcellerna mer och mer särskiljas. Samtidigt härmed dela sig dessa rikligt, deras antal ökas betydligt, och algmassans volym tilltar allt mer och mer.

Vid algcellernas rikliga förökning tränger algen allt högre upp i bålen och närmar sig mer och mer gonidiallagret. Stundom finner man också, att de nedifrån uppträngande algcellerna på sina ställen undantränga gonidiallagret och utbreda sig omedelbart under barklagret.

Den del af märglagret, hvari *Nostoc*-cellerna ligga, förändras betydligt genom algens inverkan. I stället för att såsom ursprungligen utgöras af glesa, långsträckta hyfer öfvergår den till en pseudoparenchymatisk men ytterligt finmaskig väfnad, uppkommen på det sätt, att hyferna upprepade gånger rikligt förgrenas i fina, anastomoserande smågrenar¹). I interstitierna mellan dessa ligga *Nostoc*-cellerna.

---

¹) Endast på *mycket tunna* snitt genom cephalodierna kan denna väfnadsstruktur observeras. Den är dock här vida lättare att se än hos *Lobarierna*, der hyfernas smågrenar äro ännu finare, och interstitierna mellan dem derför lättare undgå uppmärksamheten.

Denna förändring af hyfväfnaden synes försiggå i både centripetal och centrifugal riktning. På *Nostoc*-kolonier, som nyss omspunnits af hyfer och inträngt i märglagret, utan att hyfväfnaden ännu hunnit förändras, finner man, att de i algkoloniens periferi liggande hyferna börjat bilda ett smalt, pseudoparenchymatiskt lager kring *Nostoc*-kolonien. Från detta lager bildas sedan mot koloniens centrum en pseudoparenchymatisk väfnad af nyss beskrifna utseende. Å andra sidan utbreder sig samma väfnad äfven i centrifugal riktning, allt efter som algen förökar sig.

Sällan — åtminstone på de undersökta exemplaren — försvinna algcellerna vid märglagrets bas, hvarför också cephalodiet, då det är fullt utveckladt, vanligen sträcker sig från den gulgröna gonidialzonen nästan genom hela märglagret.

Hos *S. saccata* (L.) synas cephalodier förekomma mycket allmänt men kunna ofta lätt förbises. Utom på svenska exemplar från Vestergötland samt flere andra provinser har jag funnit dem på exemplar från:

Skottland: Killin. J. M. CROMBIE (Lich. Brit. Exs. N:o 47).

England: Sommerset, Cheddar Cliffs. 1874.

Frankrike: Fontainebleau. NYLANDER (Herb. Lich. Paris. N:o 29). Basses Pyrenées. WEDDELL.

Preussen: Neuenburg. HEPP.

Savoyen: Chamounix. TH. FRIES.

Deremot kunde jag icke finna cephalodier på exemplar från Gotland, samlade af W. MOLÉR. Jag ställer detta förhållande i samband dermed, att *Phycochromaceer* enligt WITTROCK [1]) förekomma mycket sparsamt på Gotland.

Utom den nämda *Nostoc*-arten (*N. rupestre* KÜTZ.) träffade jag bland mossa tillsammans med *Solorina saccata* (L.), och på undre sidan af bålen hos denna art (på ex. från Vestergötland) en annan *Nostocacé*, hvilken äfven bildade rundade kolonier, innehållande glesare och kortare celltrådar. De vegetativa cellerna voro mindre (3 μ i diam.) och heterocysterna endast 5 μ i diam. Äfven denna alg hade bildat cephalodier, som utvecklades, på samma sätt som de af den andra *Nostoc*-arten orsakade, och som skilde sig från dessa endast genom algcellernas mindre dimensioner. Cephalodier af det senare slaget förekommo emellertid ganska sparsamt.

---

[1]) V. B. WITTROCK: Om Gottlands och Ölands sötvattensalger. s. 10. (Bihang till K. Svenska Vet.-Akad. Handlingar. Band I. N:o 1.)

På undre sidan af bålen träffades dessutom en *Scytonema*-art och tvänne *Chrooccocus*-arter (den ena med gulaktigt innehåll: *Chr. turgidus Næg.?*, den andra med nästan färglöst). *Scytonema*-trådarne hade stundom inträngt i bålen längre eller kortare stycken, men detta visade sig vara utan inflytande både på dem sjelfva och på de omgifvande hyferna. Likartadt var förhållandet med de båda *Chroococcus*-arterna.

Äfven på öfre sidan af bålen torde cephalodier förekomma. På ett par snitt har jag nämligen observerat på öfre sidan af bålen brunaktiga, vårtlika upphöjningar, som *syntes* innehålla en alg. Oaktadt ifrigt sökande kunde flere sådana bildningar icke anträffas. Äfven WINTER[1]) fann hos denna art på öfre sidan af bålen cephalodier dock i ringa mängd och inlåter sig icke på någon beskrifning af dem.

2. **S. saccata** (L.) ACH. var. **spongiosa** (SM.).

Undersökta exemplar:

Schweitz. SCHLEICHER.

På undre sidan af apothecierna, i synnerhet i kanten af dem, förekomma stora, redan för blotta ögat märkbara cephalodier, som innehålla blågröna *Nostoc*-kolonier. Dessa cephalodier hafva icke växt in uti märglagret, utan de från detta utgående hyferna ha vid beröring med algen i sina spetsar erhållit ökad förmåga af utveckling. Härvid hafva de omspunnit algkolonierna och rikligt förgrenats uti desamma, så att en ytterst tät hyfväfnad bildats, i hvilken *Nostoc*-cellerna ligga inbäddade.

Cephalodierna omgifvas icke af ett egentligt barklager, men som algceller icke förekomma i cephalodiets periferiska delar, och de tangentialt löpande hyferna här äro något tätare förenade, fungera de yttre hyfskikten såsom kortikallager kring de gonidier innehållande delarne af cephalodiet.

Bland substratet förekomma talrikt fria *Nostoc*-kolonier. Bland dessa fann jag derjemte: 1) groende *Solorina*-sporer, 2) gulgröna, fria algceller samt unga thallusanlag (?) med gulgröna gonidier och 3) af groddtrådar omspunna och mer eller mindre tätt genomvuxna *Nostoc*-kolonier.

De gulgröna thallusanlagen (?) voro mycket olika utvecklade. Dels förekommo thallusdelar, som voro temligen väl utvecklade och bestodo af en hyfväfnad med deri liggande gulgröna gonidier, dels träffades gulgröna algceller, som voro fria eller obetydligt omspunna af groddtrådar (Tafl. II fig. 26). De fria eller af groddtrådar nyss omspunna algcellerna voro omgifna af ett slemhölje, besatt med ett slags små, fina, tagglika utskott.

---

[1]) WINT. Cephal. s. 199.

Att af dessa undersökningar draga några slutsatser om *bålens* eller rättare de *fertila båldelarnes* utveckling hos denna art, vore måhända något vågadt. Jag har nämligen icke kunnat följa de gulgröna thallusdelarnes utveckling till deras fertila stadier och vet således icke, om dessa senare verkligen utvecklats ur de gulgröna, förut beskrifna thallusdelarne. Nära till hands ligger onekligen dock det antagandet, att de fertila thallusdelarne uppkomma på samma sätt som de ofvan beskrifna sterila. — Bålen är hos denna varietet ytterst reducerad, och endast de fertila båldelarne synas förut observerats. Så uppger t. ex. WINTER[1]), att hos *S. saccata* (L.) *v. spongiosa* (SM.) bål saknas.

Bland de gulgröna thallusdelarne förekomma såsom nämdt af groddtrådar omslingrade *Nostoc*-kolonier. Lika litet kring dessa som kring cephalodierna hade bildat sig något tydligt barklager, och hyferna hade i allmänhet icke så rikligt förgrenat sig i dessa algkolonier, som förhållandet var med cephalodierna.

Jag vill särskildt betona, att bland *Nostoc*-kolonierna samt de gulgröna algcellerna och thallusdelarna funnos talrika *groende Solorina*-sporer. På flere af dessa iakttogos nämligen *utskjutande groddtrådar,* ehuru dessa ett stycke från sporen afslitits och sällan voro längre än denna. Om jag nu också icke kunnat direkt se det omedelbara sammanhanget mellan de groende *Solorina*-sporerna och de hyfer, som omspunnit *Nostoc*-kolonierna, är det likväl icke tvifvel underkastadt, att hyfsystemet i dem härrörde från *Solorina*-sporer.

Huru skall man nu uppfatta de delar af bålen, som bildats genom samverkan mellan groddtrådar och Nostoc-kolonier? Dessa partier skilja sig från vanliga cephalodier derigenom, att de uppstått genom inverkan af *groddtrådar* i stället för hyfer tillhörande en redan utvecklad lafbål, d. v. s. i detta fall kan assimilerad näring erhållas *endast* genom en alg, som typiskt afviker från lafvens normala gonidier. Slägtskapen med cephalodier är likväl omisskännelig, och olikheten mellan vanliga cephalodier och dessa vid sporernas groning uppkomna bildningar synes hufvudsakligen ligga i tiden för deras uppkomst samt en deraf följande tendens till mer sjelfständig utveckling. Såsom ett särskildt slags cephalodier måste de emellertid betraktas, och jag föreslår för dylika bildningar benämningen *pseudocephalodier* och skall till dem framdeles återkomma.

---

[1]) WINT. Cephal. s. 198.

De blågröna pseudocephalodierna, som förekomma så talrikt mellan apothecierna, att de redan med blotta ögat kunna observeras, i synnerhet när lafven fuktats, hafva stundom blifvit ansedda såsom delar af bålen, ehuru deras uppkomst och utveckling förut icke torde vara studerade. »*Circa cupulas receptaculares apotheciiferas thallus sat tenuis granulosus obscurus extenditur*»[1]) syftar tydligen på pseudocephalodierna men kanske derjemte på de i apotheciernas kant sittande cephalodierna.

Förekomsten af cephalodier hos denna form är först påvisad af WINTER, som i kanten af apothecierna fann cephalodier af samma byggnad och utseende som de ofvan beskrifna.

3. **S. bispora** (NYL.).

Undersökta exemplar:

Tyrolen, Brenner. 1876. ARNOLD (ARN. Lich. exs. N:o 486 b.).

Bayern, Parten-Kirchen. 1874. ARNOLD.

På undre sidan af bålen iakttogos stora cephalodier, som innehöllo en *Nostocacé*. Vanligen hade algen trängt upp i bålen ända till barklagret och på dessa ställen förträngt det gulgröna gonidiallagret.

Nostoc-cellerna voro såsom vanligt inbäddade i en ytterst tät, pseudoparenchymatisk hyfväfnad. Bland substratet träffades algen i fritt tillstånd, men på de undersökta exemplaren iakttog jag der icke, såsom hos *S. saccata* (L.) *var. spongiosa* (SM.), *Nostoc*-kolonier, hvilka voro omspunna och genomvuxna af hyfer. Dylika ha emellertid CROMBIE[2]) och STIRTON[3]) hos denna art observerat, såvida de icke dermed menat cephalodier, som stå i omedelbart sammanhang med bålen. CROMBIE, som förenar denna art med *S. saccata* (L.) *var. spongiosa* (SM.), anser de blågröna cellerna tillhöra en främmande (*Collema*- eller *Leptogium*-)thallus, under det att STIRTON erinrar om förekomsten af gonidier innehållande prolifikationer på bålen af vissa arter tillhörande slägtet *Sticta* (SCHREB.) (= *Stictina* NYL.) och häri ser ett analogt förhållande (!).

---

[1]) NYL. Syn. Lich. s. 331.

[2]) CROMBIE: Note on *Solorina bispora* NYL. (Grevillea 1874. s. 79).

[3]) STIRTON: On *Solorina bispora* NYL. (Grevillea 1874. s. 106).

Cephalodierna hafva hos denna art förut blifvit beskrifna af WINTER[1]), med hvars iakttagelser mina egna i allt öfverensstämma.

4. **S. octospora** (ARN.).

Undersökt exemplar:

Tyrolen, Waldrast. 1875. ARNOLD (ARN. Lich. exs. N:o 529 c.).

Hos denna art hafva cephalodier förut observerats af WINTER[2]), som på exemplar från Brenner i Tyrolen fann dylika bildningar, öfverensstämmande med dem, som jag iakttagit.

De förekomma sparsamt på undre sidan af bålen. Till formen äro de rundade och innehålla en blågrön *Nostocacé* samt äro ytterst omgifna af ett smalt men tydligt barklager. Liksom hos *S. saccata* (L.) *var. spongiosa* (SM.) tränga de icke in i märglagret, utan det är endast de periferiska delarne af hyferna, som vid beröring med algen erhålla en ökad förmåga af utveckling och dervid omslingra algkolonien och rikligt förgrenas inuti den. Äfven hos denna art utgöra cephalodierna således snarare bihang till än integrerande delar af bålen.

5. **S. crocea** (L.).

Företrädesvis undersökt exemplar:

Norge, Dovre. 1875. C. LÉNSTRÖM.

Hos denna art förekomma cephalodier i märglagret under gonidialzonen eller, då denna på sina ställen undanträngts, omedelbart under barklagret såsom hos *S. bispora* NYL. De utgöras hos denna liksom de öfriga arterna inom slägtet af större eller mindre gyttringar af *Nostoc*-celler, som ligga inbäddade i en ytterst fin hyfväfnad.

---

[1]) WINT. Cephal. s. 196.
[2]) Anf. st. s. 193.

Mellan märglagrets nedersta, mot substratet vettande hyfer fann jag fria *Nostoc*-kolonier, som sällan voro mer än 0,05 mm. i genomskärning. Vid beröring med algkolonierna förlängas hyferna och omväxa samt förgrenas rikligt i algkolonien, som så småningom tränger allt högre upp i märglagret ända till gonidialzonen eller barklagret. Cephalodierna hos denna art ha en särskild benägenhet att utbreda sig i horizontal riktning inuti bålen.

De förekomma mycket allmänt. På *alla* undersökta exemplar från Sverge och Norge har jag funnit dem, likaledes på alla (inalles 12) undersökta exemplar från öfriga delar af Europa.

I exemplar från Ostindien (Herb. Ind. Or. HOOK. fil. & THOMS. N:o 1762), som icke visade några olikheter i öfrigt med *S. crocea* (L.)[1], förekommo deremot *endast blågröna* gonidier. Icke ens i bålens yttersta kant kunde minsta spår af gulgröna gonidier upptäckas. De blågröna gonidierna kunde här således icke anses bilda cephalodier. För öfrigt voro de blågröna gonidierna icke så tätt sammanträngda, som de äro i cephalodierna hos denna art, utan voro anordnade såsom hos *Peltigera*. Det vill således synas, som om hos *S. crocea* (L.) *gonidiallagret utgjordes än af gulgröna och än af blågröna gonidier*. Tyvärr har jag icke haft tillfälle att företaga några utvecklingshistoriska undersökningar af denna egendomliga form.

Jag vill i sammanhang härmed påpeka, att jag liksom förut NYLANDER[2]) hos *Solorina simensis* HOCHST. funnit gonidiallagret bestå af *blågröna* gonidier[3]). Dessa kunna icke heller i detta fall anses bilda cephalodier, emedan bålen innehåller endast blågröna gonidier, och icke ens i de allra yngsta delarne (bålens kant) gulgröna gonidier träffas. Detta egendomliga förhållande är af så mycket större intresse, som *S. simensis* HOCHST. i öfrigt endast helt obetydligt afviker från *S. saccata* (L.).

Från descendensteorins ståndpunkt torde få anses såsom gifvet, att *S. simensis* HOCHST. och *S. saccata* (L.) äro två närslägtade arter, som leda sin fylogenetiska utveckling från samma stamform, ehuru denna utveckling hvad gonidierna beträffar gått i olika riktning. *Huru* denna olikhet i de båda arternas fylogenetiska utveckling inträdt, är naturligtvis omöjligt att med bestämdhet afgöra.

---

[1]) Exemplaren voro emellertid *sterila*.

[2]) NYL. Syn. Lich. s. 330.

[3]) De undersökta exemplaren voro från Silke och Bachit i Abyssinien, samlade 1838, 1840 och 1850 af W. SCHIMPER.

Från SCHWENDENERS synpunkt åter torde saken kunna förklaras så, att *S. simensis* HOCHST. utvecklats ur *S. saccata* (L.) eller med andra ord: i stället för att vid sporernas groning hyferna tillsammans med en *gulgrön* alg bildat en *Solorina*-bål, hafva de vid groningen påträffat en *blågrön*, hos arterna inom detta slägte annars cephalodiebildande alg, som de omslingrat och tillsammans med hvilken de bildat en *bål*, innehållande ett af *blågröna* gonidier bestående gonidiallager.

På samma sätt torde från den SCHWENDENER'ska teorins ståndpunkt uppkomsten af den förut omnämda, blågröna gonidier innehållande bålen af *Solorina crocea* (L.) kunna förklaras.

Jemför man de olika arterna inom slägtet *Solorina*, finner man, att cephalodierna stå på en mycket olika grad af utveckling. Än bildas vid groningen pseudocephalodier, som stå i föga eller intet samband med bålen; än uppkomma genom inverkan af blågröna algceller på de periferiska delarne af bålens hyfer cephalodier, som stå i ett obetydligt sammanhang med denne; än bildas cephalodier, som växa in uti märglagret och der vidt utbreda sig samt på sina ställen helt och hållet undantränga det gulgröna gonidiallagret. De cephalodieförande arterna kunna således ordnas i en serie, i hvilken den cephalodiebildande algen blir af allt större och större betydelse för lafven. Ytterst ansluter sig till denna serie naturligtvis *S. simensis* HOCHST., hos hvilken endast blågröna gonidier förekomma.

LECANORA (ACH.) TH. FR.

Som cephalodierna här förete stora olikheter allt efter de olika underslägtena, behandlas dessa hvart för sig.

A. **Placodium** (HILL) TH. FR.

Cephalodier, som hos arterna inom detta underslägte synas förekomma mycket allmänt, visa hos de olika arterna stora öfverensstämmelser inbördes. Hos *Lecanora gelida* ACH. hafva de sedan länge ådragit sig botanisternas uppmärksamhet och af olika författare omnämts under en mängd olika namn. Den förste, som insåg deras verkliga natur, var WALLROTH; han förde dem nämligen till sina *phymata*[1]. WALLROTHS uppfattning af nämde bildningar råkade dock snart i glömska, och det var derefter NYLANDER, som framhöll deras natur af verkliga cephalodier[2].

Enligt WALLROTH skulle äfven hos *L. saxicola* (POLL.) cephalodier förekomma. Denna uppgift har emellertid aldrig vunnit bekräftelse och torde sannolikt bero på ett misstag.

1. L. (Placodium) gelida (L.) ACH.

Företrädesvis undersökta exemplar:

Vestergötland, Lerum. Juli 1880. Förf.

På öfre sidan af och i synnerhet mot midten af den nästan kretsrunda bålen förekomma *cephalodier* i form af vårt- eller knölformiga upphöjningar, som vanligen äro omkring 2 mm. men stundom enligt TH. FRIES (Lich. Scand. s. 229) uppgå ända till 15 mm. i genomskärning. Till färgen äro de grå- eller brunaktiga och på ytan mer eller mindre ojemna samt i kanten krenulerade och på äldre exemplar derjemte försedda med djupa, radierande sprickor.

Vid mikroskopisk undersökning af ett cephalodium finner man på vertikalsnitt, att det utgöres af en mycket finmaskig hyfväfnad, uti hvars interstitier gonidier ligga. Stundom omgifvas ytterst cephalodierna af ett otydligt pseudoparenchymatiskt barklager, stundom hafva hyferna i cephalodiets periferi icke undergått någon dylik differentiering.

Gonidierna i cephalodiet äro blågröna och omgifvas i allmänhet af ett mer eller mindre gulaktigt slemhölje. Omkring 5—6 celler ligga vanligen förenade i en slemskida; dessa slemskidor intaga ett vertikalt läge i cephalodiet.

Det låg nära tillhands att antaga, att dessa gonidier tillhörde slägtet *Stigonema*, och för att erhålla full visshet härutinnan odlade jag tunna snitt af cephalodier på fuktig lera. Sedan hyferna snart bortdött, utvecklade sig gonidierna så småningom och antogo efter hand samma utseende som *Stigonema alpinum* (Kütz.) Kirchn. eller *St. panniforme* (Kütz.) Kirchn.

---

[1] WALLR. Naturg. Flecht. I s. 689.
» Fl. Crypt. I s. 486.

[2] NYL. Lich. Scand. s. 134.

Vid undersökning af vertikalsnitt genom äldre cephalodier lyckades jag också *ofta* finna snitt, på hvilka gonidierna i cephalodiets periferi omedelbart utsköto och utanför cephalodiet utvecklat sig till typiska *Stigonema*-trådar. Man hade här sålunda i *samma* slemskida inneslutna algceller, som i cephalodiet bildade gonidier af ett i följd af förhållandena något förändradt utseende, och som ur cephalodiet utsköto och då antogo algens naturliga utseende (Tafl. I fig. 1).

Det kan således icke vara minsta tvifvel underkastadt, att gonidierna i cephalodierna hos de undersökta exemplaren af *Lecanora gelida* (L.) härrörde från en i dem innesluten *Stigonema*-art. Det lyckades mig också att på lafvens underlag finna just denna *Stigonema*, hvilken der bildade rikligt förgrenade trådar[1]) (Tafl. I fig. 2).

Cephalodiernas utveckling sker underifrån, d. v. s. algen intränger nedifrån genom märglagret. Nederst vid dettas bas iakttogos nämligen på ett vertikalsnitt genom bålen tvänne *Stigonema*-trådar, som obetydligt inträngt i märglagret och ännu föga förändrats. På ett annat vertikalsnitt genom bålen var algen mer utvecklad, och ett ganska tydligt cephalodiumanlag hade bildats i märglagret. Cellerna i *Stigonema*-trådarne voro här något skilda från hvarandra genom inträngda hyfer, och hyfväfnaden hade börjat blifva mer finmaskig samt antaga ett något pseudoparenchymatiskt utseende såsom i de färdigbildade cephalodierna.

Sedermera undantränges gonidialzonen vid cephalodiets vidare utveckling, och det framträder på bålens yta i form af en knöllik upphöjning af ofvan beskrifvet utseende. Emellertid träffas någon gång under cephalodiet spridda, gulgröna gonidier. Om i sådane fall cephalodiet uppkommit från bålens öfre sida, eller om gonidierna under cephalodiet utvecklats efter dettas bildning från de åt sidorna undanträngda delarne af gonidialzonen, kan jag icke afgöra.

---

[1]) Dessutom träffades ymnigt på substratet och på undre sidan af bålen en *Glœocapsa*, som emellertid icke syntes utöfva den ringaste inverkan på hyferna. Minks' »*gonocystier*», som han specielt undersökte hos *Rhizocarpon rittokense* (Hellb.) Th. Fr. (se Minks: Beiträge zur Kenntniss d. Baues u. Lebens d. Flechten s. 67) är just en *Glœocapsa*. Också fann jag på exemplar af nyssnämde *Rhizocarpon* (samlade af Hellbom 1871 i Lule lappmark och helt visst från samma lokal och insamlare som de af Minks undersökta) bland bålen talrika *Glœocapsa*-kolonier. Sålunda får Minks' högst förunderliga uppgift, att gonidierna hos stenlafvar samt bark- och vedlafvar bildas på olika sätt (hos de förra i »gonocystier», hos de senare i »gonangier» — l. c. s. 98) sin naturliga förklaring deri, att *Glœocapsa*-arter icke förekomma på bark och ved utan hufvudsakligen på sten, och att på grund deraf endast stenlafvar äga »gonocystier» d. v. s. stundom förekomma tillsammans med *Glœocapsa*-arter.

I cephalodierna hos denna art har jag vanligen funnit *Stigonema*-gonidier, men å exemplar från Skottland (förvarade i TH. FRIES' herbarium) förekommo å det ena ex. endast *Nostoc*-cephalodier och å det andra (samladt af BABINGTON) både *Nostoc*- och *Stigonema*-cephalodier. Till det yttre företedde dessa olika slags cephalodier inga skiljaktigheter.

Cephalodier synas förekomma konstant hos *L. gelida* (L.). På alla undersökta exemplar från Sverge och Norge har jag funnit dem, likaledes på alla (tillsammans 8) exemplar från andra delar af Europa. Äfven har jag sett dem på ex. från Nya Zeeland (samlade af KNIGHT) och Kerguelens Land (samlade af A. E. EATON, f. *lateritia*). Likaledes har TUCKERMAN [1]) funnit cephalodier på ex. från Kerguelens Land.

På cephalodier hos *L. gelida* (L.) har ROSTRUP på ex. från Färöarne funnit en parasitsvamp, *Sphæria cephalodiorum* ROSTR. [2]).

2. **L. (Placodium) illita** (KNIGHT sub *Placod.*).

Undersökt exemplar:

Nya Zeeland. KNIGHT.

Hos denna art förekomma på bålen liksom hos föregående art cephalodier, som innehålla än en *Stigonema* än en *Nostocacé*. De med *Stigonema*-gonidier försedda cephalodierna kunna i afseende på det yttre icke skiljas från de andra.

Till sin form och byggnad öfverensstämma de med motsvarande cephalodier hos *L. gelida* (L.). På äldre exemplar äro *Stigonema*-trådarne, som äro företrädesvis vertikalt anordnade, i midten af cephalodiet döda men fortlefva i kanten, då deremot *Nostoc*-cellerna äro mera jemnt fördelade och ej döda i midten af cephalodiet.

---

[1]) Lich. of Kerguelens Land (Bull. of the Torrey Bot. Club. vol. VI, Oct. 1875). Citeradt efter JUST: Botanischer Jahresbericht III. 1875. s. 95.

[2]) ROSTRUP: Faeröernes Flora (Botanisk Tidsskrift. Bind IV. Kjöbenhavn 1870. s. 97).

Dessutom har jag i märglagret funnit gyttringar af *Nostoc*-celler, som dock torde vara endast en utvecklingsform af de förut omnämda *Nostoc*-cephalodierna hos denna art.

Knights uppgift [1], att *L. illita* har en »*thallus gonimicus*», är, såsom lätt kunde förutses, oriktig och beror uppenbarligen på förvexling med gonidierna i cephalodierna.

3. **L. (Placodium) argillacea** (Knight sub *Placod.*).

Undersökt exemplar:
Nya Zeeland. Knight.

På bålen förekomma cephalodier, till det yttre öfverensstämmande med de båda föregående arternas men innehållande endast *Nostoc*-gonidier.

4. **L. (Placodium) perrugosa** Nyl.

Undersökt exemplar:
Nya Zeeland. Knight.

Hos denna art träffades på bålens öfre sida *cephalodier*, öfverensstämmande med cephalodierna hos *L. gelida* (L.). De innehöllo en *Stigonema*, som äfven förekom i fritt tillstånd bland substratet.

Äfven Lindsay [2] har hos denna art iakttagit cephalodier.

Enligt Knight [3] är det denna art, som Stirton beskrifvit under namn af *Squamaria thaumasta*, och hos hvilken äfven han funnit »*cephalodia majuscula prominula carneo-rufescentia rimose radiata*» [4].

5. **L. (Placodium) rhodocarpa** (Nyl.).

Hos denna art har Nylander [5] funnit »*cephalodia sordide carneo-testacea verrucosa*». Jag har icke haft tillfälle att undersöka hvarken den eller de tvänne följande.

---

[1] Knight: Contribution to the Lichenographia of New Zealand (The Transactions of the Linnean Society of London. II ser. Botany. Vol. I. Part 5. London 1878. s. 282).

[2] Lindsay: Observations on New Lichens and Fungi collected in Otago, New Zealand (Transactions of the Royal Society of Edinburgh. Vol. XXIV. Part II. 1865—66. s. 415).

[3] Se Just: Botanischer Jahresbericht. III. 1875. s. 93.

[4] Stirton: Additions to the Lichen-Flora of New Zealand (The Journal of the Linnean Society. Botany. Vol. XIV. London 1875 s. 462).

[5] Nylander: Additamentum ad lichenographiam Andium Boliviensium (Annales des sciences naturelles. 4 Série. Botanique. Tom. XV. Paris 1862. s. 376).

6. L. (Placodium) albida (Krempelh.).

Hos denna art omnämner Nylander[1]) förekomsten af »*cephalodia carnea plicato-lobata sparsa*».

7. L. (Placodium?) macrophthalma (Tayl.) Nyl.

På exemplar från Kerguelens Land har Tuckerman[2]) hos denna art funnit *cephalodier*.

B. Psoroma (Ach.) Nyl.

Inom detta underslägte har Nylander först observerat cephalodier[3]) hos följande tre arter, som jag icke haft tillfälle att undersöka:

1. L. (Psoroma) araneosa (Bab.).

På alla undersökta exemplar af denna art iakttog han både på öfre och undre sidan af bålen *cephalodier*. På öfre sidan af bålen förekommo de spridda i form af till en början grynlika, derefter rundade och i kanten krenulerade upphöjningar; på undre sidan af bålen voro de mindre utvecklade och erinrade om cephalodierna hos *Peltidea venosa* (L.).

2. L. (Psoroma) allorrhiza Nyl.

Hos denna art iakttog Nylander likaledes på båda sidor af bålen *cephalodier*, liknande dem hos föregående art men mindre utvecklade.

3. L. (Psoroma) euphylla Nyl.

På undre sidan af bålen fann Nylander *cephalodier* med sparsamma, blågröna gonidier.

Förekomsten af cephalodier hos dessa föranledde mig att hos andra arter tillhörande samma underslägte eftersöka cephalodier, som det också lyckades mig att finna hos följande fyra arter:

---

[1]) Nylander: Prodromus Floræ Novo-Granatensis. Lichenes. (Annales des sciences naturelles. IV Sér. Botanique. Tom. XX. Paris 1863. s. 277 not. 2).

[2]) Tuckerman: Lichens of Kerguelens Land (Bull. of the Torrey Bot. Club, Vol. VI. Oct. 1875) — citerade efter Just: Botanischer Jahresbericht. III. 1875. Berlin 1877. s. 95.

[3]) Nylander: Cephalodia simul epigena et hypogena (Flora 1868. N:o 24. s. 372).

4. L. (Psoroma) hypnorum (Hoffm.) Ach.

De företrädesvis undersökta exemplaren:

Norska Finmarken, Vassbottenfjellet vid Talvig. Juli 1868. J. E. Zetterstedt.

Vid studiet af denna art visade sig åtskilliga egendomligheter såväl hvad lafvens byggnad som utveckling beträffar. Tillsammans med de undersökta exemplaren af *L. hypnorum* växte emellertid (såsom vanligen förhållandet är) *Pannaria pezizoides* (Web.) Trev. [= *P. brunnea* (Sw.)], hvilket har till följd, att tydningen af de antydda egendomligheterna hos *L. hypnorum* blir förenad med vissa svårigheter. För att kunna komma till klarhet i hithörande frågor har det varit nödvändigt att företaga undersökningarne af denna art efter en vidgad plan, hvadan också min redogörelse för resultaten af dessa undersökningar blir vida utförligare än vid öfriga arter.

Bålen utgöres hos *Lecanora hypnorum* (Hoffm.) af en af små, gulbruna, rundade, grynlika fjäll bestående crusta. Dessa fjäll bilda icke någon tydligt och oafbrutet sammanhängande skorpa, utan denna utgör en komplex af med hvarandra mer eller mindre sammanvuxna individer.

På snitt, som skurits genom flera närliggande fjäll [1]), ser man om hvarandra fjäll med *gulgröna* och fjäll med *blågröna* gonidier. Vanligen äro fjällen med gulgröna gonidier något talrikare än de med blågröna. Hvarje särskildt bålfjäll är rundtomkring omgifvet af ett barklager, men oafsedt, om fjällen innehålla gulgröna eller blågröna gonidier, sammanväxa oftast närgränsande fjäll mer eller mindre med hvarandra, hvarigenom bildas en styckevis sammanhängande crusta med ett högst egendomligt utseende (Tafl. II fig. 14).

De med gulgröna gonidier försedda båldelarne bestå ytterst af ett 30—45 μ tjockt, pseudoparenchymatiskt barklager, hvars celler äro anordnade i flera rader med cellerna i de öfversta skikten mindre och något brunaktiga. Barklagret öfvergår så småningom utan någon tydlig gräns i en finmaskig hyfväfnad, som består af temligen kortcelliga, rikt förgrenade, ofärgade och smala hyfer, mellan hvilka på bestämda afstånd här och der finnas stora interstitier. I dessa ligga de gulgröna gonidierna, hvilka, såsom redan SCHWENDENER[1]) påpekar, icke fullt öfverensstämma med de vanliga gonidierna hos *Archilichenerna*. Till färgen stöta dessa gonidier mer i gult[2]), och storleken varierar mellan 6—15 μ i genomskärning. — Från undre sidan af bålfjällen utgå hyfer, som äro försedda med en i början ofärgad, sedermera brunaktig membran. Dels äro de korta, dels förlänga och förgrena de sig bland substratet samt nedtränga mer eller mindre långt ned antingen hvar för sig eller vanligen flere med hvarandra förenade.

---

[1]) Ett oundgängligt vilkor för erhållande af instruktiva snitt är att vid skärningen insmälta en liten del af crustan i ett fast ämne t. ex. stearin, emedan i annat fall de olika delar, af hvilka crustan består, vid skärningen rubbas ur sitt naturliga läge och lätt afslitas.

De med blågröna gonidier försedda bålfjällen likna i allmänhet de nyss beskrifna fjällen med gulgröna gonidier utom i det afseendet, att hyfväfnaden här är tätare och icke försedd med så stora interstitier.

De fertila, med gulgröna gonidier försedda baldelarne äro betydligt större och mer utvecklade än de sterila. Då *apotheciet* är fullt utveckladt (Tafl. II fig. 15), mäter det vanligen omkring 2 mm. i genomskärning men är stundom betydligt större. Kanten och undre sidan af det fertila fjället bildar ett *excipulum thallodes*. På undre sidan af det fertila fjället har barklagret ofta nått en betydlig utveckling och mäter stundom i tjocklek ända till 90 μ; från detsamma utgå talrika längre eller kortare hyfer, vanligen bildande ett tätt filtludd.

Innanför barklagret finner man i apothecierna ett lager af gulgröna gonidier, inbäddade i en fibrös hyfväfnad. På undre sidan af apothecierna träffas derjemte understundom *cephalodier*, inväxta i barklagret och innehallande *Nostoc*-celler (Tafl. II fig. 15). Denna alg förekommer bland substratet i form af rundade, af ett tunnt slemhölje omgifna, till storleken vexlande kolonier, som innehålla ett större antal blågröna celler, de vegetativa 3,5—6 μ, heterocysterna 5—7,5 μ i genomskärning (Tafl. II fig. 25). Algen har här, i motsats mot hvad annars vanligen är förhållandet, icke förmått genomtränga barklagret och utbreda sig i den ofvan detta liggande, glesare hyfväfnaden, utan barklagret har i stället högst betydligt förtjockats (Tafl. II fig. 15). Ofta synes algen icke — eller åtminstone högst obetydligt — kunna intränga uti apotheciets barklager, och cephalodiets hyfväfnad utgöres då af från barklagrets undre sida utgående hyfer, som omkring och uti algkolonien bildat en pseudoparenchymatisk väfnad (Tafl. II fig. 16). Vid cephalodiets bildning hafva dessa från barklagret utgående hyfer efter beröring med algen på vanligt sätt förlängts, omväxt, förgrenats och genomdragit algkolonien, under det att samtidigt algcellerna rikligt förökats.

---

[1]) SCHWEND. Flechtenth. II s. 195.

[2]) På figurerna har denna färgnyans icke uttryckts.

Det är sålunda påtagligt, att cellerna i apotheciets barklager tillhöra *cephalodier*. En annan fråga blir: äro de bland crustan af *L. hypnorum* (Hoffm.) förekommande blågröna bålfjällen att anse såsom cephalodier eller tillhöra de *Pannaria pezizoides* (Web.)?

För att kunna besvara denna fråga har jag undersökt de nämda fjällens utveckling, som jag funnit försiggå på tvänne olika sätt:

Understundom uppstå de blågröna fjällen på det sätt, att den blågröna algen kommer i beröring med hyfer, som utgå från undre sidan af de gulgröna bålfjällen, af dem omspinnes och genomtränges. Under det att hyferna allt rikare förgrena sig i algkolonien, förökas algcellerna, hyfväfnaden inuti blir allt tätare, och så småningom bildas på undre sidan af det gulgröna bålfjället ett med blågröna gonidier försedt fjäll. Äfven i detta fall är naturligtvis den blågröna båldelen att anse såsom ett *cephalodium*.

Det vanliga förhållandet är emellertid, att de blågröna bålfjällen bildas samtidigt med de gulgröna. Förloppet härvid är mera inveckladt. På ännu gröna mossgrenar, hvilka växte inblandade bland crustan af *L. hypnorum* (Hoffm.), lyckades jag finna jemte en talrikt förekommande *Nostoc*-art och en eller ett par *Chlorophyllophycéer* i största mängd groende sporer af nämde laf[1]). Stundom träffades mossgrenar, som voro bokstafligen öfversållade med sporer. Vid dessas groning bildades dels fjäll med gulgröna dels fjäll med blågröna gonidier.

Låtom oss nu först tillse, huru de *blågröna* bålfjällen bildas. Då de från sporerna utväxta groddtrådarne komma i beröring med en *Nostoc*-koloni, börja de förlängas och förgrenas samt omväxa och intränga i den, hvarefter genom riklig förgrening af hyferna i *Nostoc*-kolonien efter hand bildas en tät hyfväfnad, hvari algcellerna ligga inbäddade (Tafl. II fig. 17 och 24). Till en början har den af groddtrådar omvuxna och genomdragna *Nostoc*-kolonien en ringa storlek, men så småningom tillväxer den — och ett bålfjäll med blågröna gonidier är färdigbildadt. På friska mossgrenar bland lafven kan man utan svårighet finna i mängd dylika i olika utvecklingsstadier stadda, blågröna bålfjäll.

---

[1]) Jag vill likväl icke förneka möjligheten af, att en del af dessa sporer tillhörde *Pannaria pezizoides* (Web.). Med säkerhet kan detta ej afgöras, då sporerna hos ifrågavarande båda arter äro hvarandra alldeles lika. Såsom af det följande torde framgå, är det emellertid föga antagligt, att groende sporer af *Pannarian* funnos inblandade.

De gulgröna bålfjällens utveckling har deremot varit vida svårare att studera. Bland de groende sporerna och *Nostoc*-kolonierna iakttogos visserligen *Protococcus viridis* AG. (*Cystococcus humicola* NÆG.) och en annan alg (möjligen endast ett utvecklingsstadium af *Protococcus*), hvarjemte rikligt förekommo anlag till gulgröna fjäll, hvilka stundom voro ytterst små och bestodo endast af några få, af hyfer omspunna gonidier (Tafl. II fig. 19—23). Den gulgröna algens förhållande till groddtrådarne var det likväl förenadt med stora svårigheter att studera. Då nämligen algcellerna i detta fall vanligen icke voro förenade till kolonier, kunde de å ena sidan lätt öfverses och å andra sidan stundom ej med säkerhet särskiljas från frigjorda lafgonidier [1]).

Jag vågar derför icke med bestämdhet yttra mig om de gulgröna fjällens uppkomst och allra första utveckling, ehuru jag af flere skäl är böjd för att antaga, att de uppstå genom inverkan af groddtrådar på de gulgröna algcellerna. De gulgröna fjällen skulle således utvecklas på samma sätt som i vanliga fall de blågröna. Då de första stadierna vid lafbålens uppkomst äro föga studerade, har jag å tafl. II meddelat flere figurer, belysande dessa första utvecklingsstadier. Fig. 22 framställer algen fri; algcellerna äro här förenade till en algkoloni, omgifven af ett liksom taggigt slemhölje. Fig. 21 och 23 visa, huru hyferna börjat omspinna de gulgröna algcellerna, och fig. 19, 20 framställa ett par unga anlag till bålfjäll med gulgröna gonidier.

Något, som i minsta mon häntyder på, att gonidierna utvecklats ur hyferna i enlighet med MINKS' hypotes, har jag icke varit i tillfälle att se.

---

[1]) Antagandet, att åtminstone en del af de ifrågavarande gulgröna cellerna icke utgjordes af frigjorda gonidier, stöder jag derpå, att kring de af hyfer ännu ej omspunna algcellerna ofta förmärktes ett liksom taggigt slemhölje. Hos frigjorda lafgonidier torde något sådant ej förekomma men väl hos algerna t. ex. *Pleurococcus vestitus* REINSCH.

Det förtjenar särskildt framhållas, att bland groddtrådarne förekomma blandade om hvarandra anlag till bålfjäll med gulgröna och bålfjäll med blågröna gonidier (Tafl. II fig. 17). Detta finner man icke undantagsvis, utan det vanliga är, att bland groende sporer träffas anlag till fjäll med gulgröna och fjäll med blågröna gonidier om hvarandra. Vid fjällens tillväxt trängas de allt närmare i hop, till dess barklagren mer eller mindre fullständigt sammanväxa. Å tafl. II fig. 18 finner man ett bålfjäll, i hvilket ena halfvan är försedd med blågröna och andra med gulgröna gonidier. Om detta fjäll uppstått derigenom, att groddtrådar samtidigt omspunnit dels blågröna dels gulgröna algceller, har jag icke kunnat undersöka.

För att kunna afgöra, om de blågröna bålfjällen äro att anse såsom cephalodier eller såsom fjäll, tillhörande bålen af *Pannaria pezizoides* (Web.), är nödvändigt att känna, huruvida de groddtrådar, som tillsammans med *Nostoc*-kolonierna bilda bålfjäll med blågröna gonidier, utvecklats ur sporer af *L. hypnorum* (Hoffm.) eller *Pannaria*-arten. I förra fallet måste de blågröna bålfjällen anses såsom pseudocephalodier, jemförliga med de förut hos *Solorina saccata* (L.) *var. spongiosa* (Sm.) beskrifna, i andra fallet såsom delar af *Pannaria pezizoides*, hvilka sammanväxt med *Lecanora*-arten.

Tyvärr har det, såsom redan är nämdt, icke varit mig möjligt att afgöra med bestämdhet, huru härmed förhåller sig, då sporerna hos ifrågavarande båda lafvar icke visa några olikheter. Utan allt afseende på den ena eller andra teorin om lafvarnes natur är jag dock på grund af mina iakttagelser närmast böjd för att antaga, det de groende sporerna uteslutande härrörde från apothecier af *L. hypnorum* (Hoffm.). Jag stöder detta mitt antagande på följande:

På mossgrenar, som lågo mellan apothecier af *endast L. hypnorum*, fann jag i mängd groende sporer, hvars groddtrådar omslingrat dels *Nostoc*-kolonier och dels gulgröna algceller; här funnos således olika utvecklade anlag till bålfjäll med blågröna och bålfjäll med gulgröna gonidier. Närmast till hands ligger här onekligen det antagandet, att *samtliga* sporerna härrörde från *samma* lafart [d. v. s. från *Lecanora hypnorum* (Hoffm.)], och att bålfjällens olikhet betingades endast af närvaron af den ena eller andra algen. Detta antagande får ett ökadt stöd deri, att äfven på exemplar, på hvilka *icke anträffades några apothecier af Pannaria pezizoides* (Web.)

[från Siebenbürgen, samlade 1880 af J. BARTH], förhållandet var enahanda. — Att deremot öfver allt, der bålen af *L. hypnorum* utbredt sig och apothecierna utkastat sporer, äfven sporer af *Pannaria pezizoides* skulle förekommit inblandade synes mig ganska tvifvelaktigt.

Sammanfatta vi nu i största korthet de undersökningar af *Lecanora hypnorum* (HOFFM.), för hvilka i det föregående redogjorts, finna vi, att hos denna art:

1) förekomma cephalodier i apotheciets barklager;

2) förekomma understundom cephalodier i kanten af de gulgröna bålfjällen; och

3) bildas *antagligen* vid sporernas groning pseudocephalodier, hvilka sedan mer eller mindre sammanväxa med de partier af bålen, som innehålla gulgröna gonidier, hvarigenom crustan på snitt genom bålen synes bestå af dels fjäll med gulgröna dels fjäll med blågröna gonidier.

Jag erinrar i sammanhang härmed, dels att *Lecanora hypnorum* (HOFFM.) och *Pannaria pezizoides* (WEB.) mycket ofta förekomma tillsammans, dels att skilnaden mellan dessa arter ligger hos gonidierna, och att för öfrigt icke någon enda konstant olikhet mellan dem angifvits [1]). Är nu min åsigt, att hyfsystemet i både de gulgröna och de blågröna bålfjällen härrör från sporer af *L. hypnorum*, riktig, skulle mellan ifrågavarande båda arter förefinnas en vida större förvandtskap, än man hittils i allmänhet antagit. Ja, man skulle rent af äga anledning att betrakta dem såsom former af en och samma art [2]). Att komma till full klarhet i denna sak är dock, såsom man lätt inser, förenadt med mycket stora svårigheter, och då en mera utförd behandling af denna fråga ligger utom planen för detta arbete, nöjer jag mig med hvad som redan anförts.

---

[1]) Den hyfväfnad, i hvilken de blågröna och gulgröna gonidierna ligga inbäddade, är visserligen i allmänhet något olika. Att denna olikhet emellertid betingas af *gonidiernas* (ej hyfernas) olikhet, framgår tydligt vid undersökningen af *Nostoc*-cephalodier t. ex. hos *Peltidea aphthosa* (L.). — Habituelt kunna de båda ifrågavarande arterna visserligen i allmänhet temligen lätt skiljas, men dessa habituela karakterer kunna icke tillmätas någon betydelse såsom *art*karakterer.

[2]) HEPP betraktade ock, ehuru på icke närmare angifna skäl, *L. hypnorum* och *Pannaria pezizoides* såsom synonymer. Se HEPP: Die Flechten Europas. Zürich 1853. Band IV. N:o 174, der icke blott de anförda synonymerna utan äfven de utdelade exemplaren (åtminstone i det exemplar, som tillhör Upsala Botaniska Museum) tydligen visa, att HEPP sammanfört de nämda båda arterna. NYLANDERS rättelse i *Sur les fascicules de lichens d'Europe, publiés par M. le Dr.* HEPP, *observations critiques* (Bulletin de la Société Botanique de France 1854, s. 5), der HEPPS bestämning (*Amphiloma hypnorum*) korrigeras till *Pannaria brunnea* MASS., är således något förhastad.

Förekomsten af blågröna bålfjäll bland de gulgröna synes hos *Lecanora hypnorum* (HOFFM.) vara ett mycket vanligt förhållande att döma efter talrika exemplar från Sverge och Norge samt andra delar af Europa. Ehuru de blågröna fjällen på grund af sin något olika färg redan med blotta ögat understundom kunna förmärkas, äro de likväl icke förut omnämda i literaturen.

5. **L. (Psoroma) sphinctrina** (MONT.).

Undersökta exemplar:

A. Nya Zeeland. 1859. F. HOCHSTETTER. N:o 99.
B. Sandy Point. Plant. magell. N:o 998. W. LECHLER.
C. Nya Zeeland. KNIGHT.
D. *f. fuscata.* Patagonien. WAWRA.
? E. Cordillera de Ranco. 1852. Plant. chilenses. N:o 853. W. LECHLER [s. n. *Pannaria pholidota* (MONT.) NYL.] ¹).

Vid undersökning af dessa exemplar anträffades på samtliga cephalodier ehuru med ett något olika läge. Alla hade de likväl det gemensamt, att de innehöllo *Nostoc*-celler.

På ex. A och B förekommo cephalodier i kanten af bålen, helt och hållet dermed sammanvuxna och skilda från de med gulgröna gonidier försedda, närgränsande partierna af densamma endast genom några vertikalt löpande hyfer.

Hos ex. A syntes dessutom liksom hos ex. E cephalodier med blågröna gonidier sparsamt förekomma på öfre sidan af bålen i form af små, med bålen likfärgade, vårtlika upphöjningar. Oaktadt cephalodiernas läge hade bålens öfre barklager bibehållit sig temligen oförändradt, så att gränsen mellan cephalodiets nedersta cellager och barklagrets öfversta cellskikt kunde följas nästan öfverallt utefter cephalodiets bas. För utredande af frågan, huru dessa cephalodier uppkommit, har jag saknat tillräckligt undersökningsmaterial. Med allt skäl torde dock ifrågavarande bildningar få anses såsom verkliga cephalodier och ej såsom tillhörande någon annan laf t. ex. en *Pannaria*. — Ytterst omgifvas dessa cephalodier af ett 3—4-skiktadt barklager, som mäter i tjocklek 25—30 μ. Innanför

---

¹) Ifrågavarande exemplar afviker så betydligt från originalexemplar af *Lecanora* (*Psoroma*) *pholidota* (MONT.), att det omöjligen kan hänföras dit. Troligen bör det till ofvanstående art.

detta finnes en finmaskig hyfväfnad, i hvilken ligga tätt inbäddade *Nostoc*-celler.

Ex. C voro äfvenledes på öfre sidan af bålen försedda med cephalodier i form af svaga upphöjningar, och på ex. D förekommo på undre sidan af bålen cephalodier i form af knöllika upphöjningar.

6. **L. (Psoroma) pholidota** (MONT.).

Undersökt exemplar:

Juan Fernandez. Ex herb. MONT. Herb. TH. FR.

Bålen består af tilltryckta, blekt gulgrå, krenulerade fjäll samt är här och der försedd med smärre, blågrå, rundade och grynlika fjäll, de förra med *gulgröna*, de senare med *blågröna* gonidier. De fertila båldelarne innehålla i excipulum gulgröna gonidier, men liksom hos *Lecanora hypnorum* (HOFFM.) förekomma understundom i barklagret på undre sidan äfven *cephalodier* med blågröna gonidier.

De blågröna båldelarne förekomma icke blott *på* utan äfven *mellan* de gulgröna fjällen och äro med dem än lösare än fastare sammanvuxna. Bålen företer här således ungefär samma utseende som hos *L. hypnorum* (HOFFM.) med den skilnad, att bålfjällen i synnerhet de gulgröna hos *L. pholidota* (MONT.) äro mycket smalare.

Den blågröna, cephalodiebildande algen förekom på mossa bland lafven i fråga och visade sig vara en *Nostoc*-art.

Endast TUCKERMAN [1]) omnämner gonidiernas olikhet i bålen hos denna art och synes äfven i excipulum funnit cephalodier med blågröna gonidier (»bluish colour extending also in part to the exciples»). Emellertid har han fört arten till underslägtet *Pannaria* i stället för *Psoroma*. Äfven NYLANDER [2]) har förbisett denna arts plats i systemet och likaledes fört den till *Pannaria*, ehuru han särskiljer *Psoroma* såsom eget slägte.

7. **L. (Psoroma) subpruinosa** (NYL.).

Undersökt exemplar:

Nya Zeeland. KNIGHT.

---

[1]) TUCK. Syn. North Am. Lich. s. 120.

[2]) NYLANDER: Enumération générale des lichens (Mémoires de la Société impériale des sciences naturelles de Cherbourg. Tome V 1857. Cherbourg 1858. s. 108).

——: Dispositio Psoromatum et Pannariarum (Annales des sciences naturelles. Série IV. Botanique. Tome XII. Paris 1860. s. 294).

På undre sidan af bålen förekomma cephalodier i form af vårtlika upphöjningar, hvilka innehålla blågröna algceller.

— —

Flere arter af detta underslägte har jag icke närmare granskat. Särskildt förtjenar dock *Lecanora (Psoroma) hirsutula* (Nyl.) undersökas, och i synnerhet bör dess förhållande till *Pannaria obscurior* Nyl. studeras, emedan dessa arter af Crombie[1]) uppgifvas stundom förekomma tillsammans.

CALOPLACA Th. Fr.

Inom detta slägte har Tuckerman[2]) hos följande af honom uppstälda art, som han hänför till slägtet *Placodium* (DC.) Næg. & Hepp, funnit cephalodier.

1. C. bicolor (Tuck.).

Cephalodio centrali (d. 6—10 mm.) pluribusve depressis radiatim rimosis concoloribus. »Die Cephalodien von *Placodium bicolor* Tuck. n. sp. enthalten nach dem Auctor röthliche, einzelne oder zu kurzen Ketten verbundene Collogonidien [= *Stigonema*-Gonidien] von 0,006—9 Mm. in Durchmesser.» Just: Bot. Jahresber. III 1875 s. 138, 103.

LECANIA (Mass.) Th. Fr.

Efter den hos oss allmänt gällande uppfattningen af sporkarakternas betydelse i afseende på slägtbegränsningen bör på grund af sina 4-rummiga sporer den art, som Knight[3]) beskrifvit under namn af *Placodium lecanorinum*, föras till detta slägte.

1. L. lecanorina (Knight).

Undersökt exemplar:
Nya Zeeland. Knight.

---

[1]) J. M. Crombie: Lichenes Terræ Kergueleni (The Journal of the Linnean Society. Botany. Vol. XV. N:o 84. London 1876. s. 183).

[2]) Tuckerman: Lichens of Kerguelens Land (Bull. of the Torrey Bot. Club, vol. VI. Oct. 1875. s. 57) — citeradt efter Just: Botanischer Jahresbericht III 1875. Berlin 1877. s. 52).

[3]) Knight: Contribution to the Lichenographia of New Zealand (The Transactions of the Linnean Society of London. II Ser. Botany. Vol. I. Part 5. London 1878. s. 282).

Enligt Knight (anf. st.) förekomma hos denna art »*cephalodia copiosa, fusca vel fusco-atra, madefacta indistincte radiatim rugosa*». Det originalexemplar, som jag haft tillfälle att undersöka, syntes icke väl stämma med beskrifningen; det var dessutom temligen dåligt och kunde icke underkastas någon närmare granskning utan att allt för mycket skadas. Här och der på crustan tycktes visserligen cephalodier, innehållande *Nostoc*-gonidier, förekomma, men cephalodiernas sammanhang med bålen studerades icke.

LECIDEA (Ach.) Th. Fr.

Cephalodier äro inom detta slägte anträffade hos endast 4 arter men förekomma hos dessa mycket allmänt.

1. **L. panæola** Ach.

Undersökta exemplar:

A. Dalsland, Edsleskogs prestgård. 1870. J. Hulting.
B. Upsala, Gottsunda. 1850. Th. Fries.
C. Finland, Kuusamo Paanajärvi. 1867. F. Silén.
D. Tyrolen, Margola. 1880. Arnold (Arn. Lich. exs. N:o 841).
E. E. Fries: Lich. Suec. exs. N:o 380.
F. Dovre, Kongsvold. 1863. Th. Fries.
G. Ost-Finmarken, Varanger. 1857. Th. Fries } *β elegans*
H. ——, Nyborg. 1864. Th. Fries } Th. Fr.

Crustan består hos denna art af gråaktiga, rundade korn, mellan hvilka konstant eller åtminstone ytterst ofta och vanligen mycket tätt förekomma rödbruna eller svartaktiga, knöllika bildningar (1—3 mm. i genomskärning), hvilka Nylander[1]) först igenkände såsom *cephalodier*.

I dessa har jag funnit alger, tillhörande slägtena *Glœocapsa*, *Stigonema*, *Nostoc* och *Chroococcus*.

Vanligast innehålla cephalodierna *Glœocapsa*-gonidier (ex. B, C och G), mindre ofta *Stigonema*-gonidier (ex. A), och endast på ex. E har jag i cephalodierna iakttagit en *Nostoc*.

Icke sällan finner man på samma exemplar cephalodier än med *Glœocapsa*- och än med *Stigonema*-gonidier (ex. D och

---

[1]) Nylander: Circa scripta Friesiana adhuc animadversiones (Flora 1861 N:o 34 s. 531).

F), och på ex. H fann jag cephalodier än med *Glæocapsa*-och än med *Chroococcus*-gonidier.

I *Glæocapsa-cephalodierna*, som alltid ha en rödbrun färg, äro de högst upp liggande algcellerna föga angripna af hyfer och omgifna af ett rödt slemhölje, som med kaliumhydrat färgas blått, samt öfverensstämma i allt väsendtligt med fria *Glæocapsa*-celler (Tafl. II fig. 27). Kring de nedanför liggande algcellerna försvinner deremot så småningom det röda slemhöljet, och mellan cellerna löpa här gröfre eller finare strängar af hyfer, som äro mycket smala och försedda med korta, anastomoserande tvärgrenar[1]).

Stundom förekomma i ett och samma cephalodium om hvarandra *Glæocapsa*- och *Stigonema*-gonidier (i synnerhet på ex. D).

Den cephalodiebildande *Glæocapsan*, som synes vara *G. Magma* (BRÉB.) KÜTZ., har jag mycket ofta funnit fritt växande på substratet.

Utvecklingen af såväl *Glæocapsa*- som *Stigonema*-cephalodierna försiggår på det sätt, att algen nedifrån tränger upp i bålen och genombryter gonidial- och barklagren samt derefter bildar ett knöllikt cephalodium bland crusta-kornen (Tafl. II fig. 27). — Äfven synas med *Glæocapsa*-gonidier försedda korn uppstå på det sätt, att vid *Lecidea*-sporernas groning groddtrådar omslingra på substratet fritt vegeterande *Glæocapsa*-kolonier i analogi med förhållandet hos *Solorina saccata* (L.) *var. spongiosa* (SM.) och *Lecanora* (*Psoroma*) *hypnorum* (HOFFM.). Någon närmare undersökning häraf har jag icke företagit.

Stigonema-cephalodierna äro till färgen mörkare, vanligen svarta, och algen har i dem ofta utväxt till fria trådar, som på cephalodiets yta bilda ett kort ludd. Inuti cephalodierna äro *Stigonema*-cellerna än obetydligt angripna af hyferna och då temligen oförändrade än från alla sidor omspunna af dem och då till utseendet mycket förändrade.

Nostoc-cephalodierna innehålla (ex. E) tätt sammanpackade, blågröna *Nostoc*-celler, som äro inbäddade i en tät och fin pseudoparenchymatisk hyfväfnad. Dessa cephalodier, som synas förekomma ganska sällsynt, öfverensstämma med afseende på sin byggnad i allt väsendtligt med cephalodierna hos *Peltidea aphthosa* (L.) och torde äfven bildas på samma sätt som dessa.

---

[1]) Jemför BORN. Recherch. Gonid. lich. Pl. 16 fig. 5 och 6.

Cephalodier med *endast Chroococcus*-gonidier har jag icke iakttagit; deremot har jag på ex. H funnit cephalodier, innehållande dels *Glœocapsa Magma* (Bréb.) Kütz. dels en *Chroococcus*-art, som jag icke närmare bestämt, men som synes stå nära *Chr. turgidus* (Kütz.) Næg. Th. Fries (Lich. Scand. II s. 503) har i cephalodierna hos *L. panæola* Ach. funnit en med *Chr. cinnamomeus* (Menegh.) närslägtad art. De båda algerna förekommo stundom om hvarandra, stundom innehöll cephalodiet åt ena sidan *Glœocapsa*- och åt andra *Chroococcus*-gonidier. *Chroococcus*-cellerna undergå i cephalodierna ringa förändring utom i det afseende, att slemhöljet framträder mindre märkbart. — Snitt genom de delar af cephalodierna, som innehålla *Chroococcus*-gonidier, visa en stor likhet med snitt genom bålen af *Phylliscum silesiacum* (Körb.). liksom *Glœocapsa*-cephalodierna i afseende på sin inre byggnad öfverensstämma med arter af slägtet *Pyrenopsis* Nyl.

På mellan crusta-kornen af *Lecidea panæola* Ach. sittande, rödbruna *Glœocapsa*-cephalodier (?) träffades pa ex. D flere gånger apothecier[1]), liknande dem hos en *Pyrenopsis*. På delar af stenen, dit *L. panæola* icke spridt sig, växte också en *Pyrenopsis* med alldeles likadana apothecier. Det ligger onekligen närmast till hands att antaga, att de fertila cephalodierna (?) bland *Lecidea*-crustan i sjelfva verket voro delar af en *Pyrenopsis*, ehuru de sammanhängde med partier af *Lecidea*-crustan, som innehöllo gulgröna gonidier. Egendomligt skulle det ju vara, om hyfer, härstammande från *samma* lafart, skulle kunna vid utveckling tillsammans med olika slags gonidier frambringa *olika* apothecier, då väl apotheciernas olikhet bör betingas af *hyfsystemets* genetiska olikhet.

I sammanhang härmed må dock erinras om, att *samma hyfsystem vid symbios med olika gonidier kan undergå ganska betydliga förändringar*. Man kan se detta vid jemförelse med hyfväfnaden i ett cephalodium och den hyfväfnad, hvari de normala gonidierna ligga, och synnerligen tydlig framträder olikheten i detta afseende just hos *Lecidea panæola* ACH., der hyferna i *Glæocapsa*-cephalodierna genom riklig förgrening antagit det för *Pyrenopsis* och närstående slägten egendomliga utseendet.

---

[1]) Apothecia fusca, 1—1.5 mm. lata, margine tumidulo granuloso cincta. Paraphyses capillares discretæ. Hymenium et hypothecium incolora vel velut epithecium paulo sordida. Jodo hymenium coerulescit. Sporæ 8:næ, ellipsoideæ, simplices vel obsolete dyblastæ, 15—20 μ longæ et 6—7 μ latæ.

I händelse *Glæocapsa*-cephalodierna hos *Lecidea panæola* ACH. utveckla apothecier, torde man således på grund af de stora förändringar, som hyferna undergått, möjligen icke ha att vänta vanliga *Lecidea*-apothecier. Frågan, om de ifrågavarande rödbruna, fertila båldelarne voro cephalodier eller delar af en *Pyrenopsis*, kan likväl naturligtvis icke med bestämdhet afgöras, då det varit omöjligt att studera de fertila båldelarnes utveckling. Deremot vågar jag bestämdt påstå, att de ifrågavarande apothecierna icke tillhörde en parasiterande svamp.

På cephalodierna på ex. F har jag åter funnit apothecier, tillhörande en parasitsvamp (*Nesolechia* MASS.?). Från basen af apotheciet utgingo svarta myceliumtrådar, som utbredde sig på och i cephalodiet och tydligt angåfvo närvaron af en parasitsvamp.

På ex. H förefunnos på cephalodierna ett slags monströsa apothecier (?), som bildade knöllika, inuti smutsblå upphöjningar, och som bestodo inuti af mycket fina hyftrådar. Sporer eller sporsäckar iakttogos icke.

En närstående »art»[1], »form»[2] eller »underart»[3], af NYLANDER först beskrifven under namn af *Lecidea præcontigua*, synes att döma af beskrifningen icke skilja sig från *Lecidea panæola* ACH. genom annat än *sparsammare cephalodier*.

2. L. consentiens NYL.

Undersökta exemplar:

A. Tromsö, Flöjfjellet. 1864. TH. FRIES.
B. Skruenfjeld, Renneboe. M. N. BLYTT.

Crustan består hos denna art af hvitaktiga, rundade korn, mellan hvilka förekomma brun- eller gråaktiga, äfvenledes rundade korn, af TH. FRIES (Lich. Scand. II, s. 504) först omnämda såsom *cephalodier*.

---

[1] NYL. Flora 1875. s. 300.
[2] NYL. Flora 1877. s. 232.
[3] NYL. in lit. ad LAMY (E. LAMY DE LA CHAPELLE: Catalogue des Lichens du Mont-Doré et de la Haute-Vienne. Paris 1880. s. 116).

Dessa cephalodier, som förekomma bland crustan än sparsamt än ganska tätt, innehålla en *Nostoc*-art. Hyferna hafva i dem icke förgrenat sig så rikligt som vanligt, utan man kan i cephalodierna ofta urskilja temligen långa, alldeles oförändrade *Nostoc*-kolonier. (Tafl. I fig. 3). Här och der förekomma dock hyfsträngar, som förgrena sig isynnerhet nedtill i cephalodierna.

På cephalodierna på ex. A fann jag apothecier af en parasitsvamp, på undre sidan försedda med ett tjockt pseudoparenchymatiskt barklager och innehållande i sporsäckarne mörka, 2-celliga sporer.

3. **L. pelobotrya** (WAHLENB.) NYL. ap. CROMB. [1]).

Undersökta exemplar:

A. Lule lappmark, Walliware. 1871. P. J. HELLBOM.
B. Herjedalen, Funnesdalsberget. 1867. P. J. HELLBOM.
C. Ost-Finmarken, Mortensnæs. 1864. TH. FRIES.
D. Norge, Stenvolafjeld. M. N. BLYTT.
E. Aalesund, Suulfjeldet. 1868. TH. FRIES.
F. Trondhjem. (Ex. meddeladt af KÖRBER under namn af *Lecidea panæola* ACH., Herb. TH. FR.).

Crustan öfverensstämmer med crustan hos föregående art äfven i det afseendet, att mellan crusta-kornen finnas rödbruna, svart- eller gråaktiga *cephalodier*, hvilkas verkliga natur TH. FRIES (Lich. Scand. I, s. 279) först insåg. De torde hos denna art förekomma konstant och träffas vanligen mycket rikligt men stundom mer sparsamt.

I cephalodierna hos denna art har jag funnit alger, tillhörande följande slägten: *Stigonema*, *Glœocapsa* och *Nostoc*.

Oftast finner man i cephalodierna arter af slägtet *Stigonema* (ex. A, B, E samt C och F). Algcellerna äro vanligen rundtomkring omspunna af hyfer och då stundom svåra att igenkänna, men någongång (ex. E) finner man dem nästan alldeles oförändrade och endast på sidorna omgifna af hyfer. Ett vanligt förhållande hos denna art är, att algcellerna på öfre sidan af cephalodiet utväxa till fria *Stigonema*-trådar af vanligt utseende (ex. A och C); cephalodierna synas i detta fall under loup liksom klädda med ett kort, svart ludd.

---

[1]) Denna art är påtagligen så nära beslägtad med *L. consentiens* NYL., att bådas hänförande till olika slägten väl näppeligen kan anses fullt naturligt. Efter granskning af ett större antal exemplar synes det mig, som om excipulums beskaffenhet hvarken erbjöde någon giltig grund för hänförandet till olika slägten af dessa arter eller ens någon säker karakter för deras åtskiljande. Äldre apothecier af *L. pelobotrya* (WAHLENB.) äga nämligen vanligen endast excipulum proprium. och hos apothecierna af *L. consentiens* NYL. kan man ofta med samma skäl som hos den andra arten tala om ett excipulum thallodes. Att föröfrigt hos *en och samma* art excipulum kan variera har förut TH. FRIES (Lich. Scand. I., s. 182 och följ.) påvisat. Enda skilnaden (?) mellan ifrågavarande båda arter torde vara, att hos *L. pelobotrya* färgas crustan rödaktig af $Ca(OCl)_2$, under det att hos *L. consentiens* ingen färgförändring inträder.

På ex. C har jag funnit cephalodier, innehållande *Glœocapsa Magma* (Bréb.) Kütz. I allt väsendtligt öfverensstämma de med de förut beskrifna, motsvarande cephalodierna hos *L. panæola* Ach. äfven i det afseendet, att i ett och samma cephalodium stundom både *Glœocapsa*- och *Stigonema*-gonidier förekomma.

På ex. F fann jag jemte *Stigonema*-cephalodier äfven *Nostoc*-cephalodier och på ex. D endast cephalodier af det senare slaget. Till färgen äro dessa gråaktiga och innehålla talrika *Nostoc*-celler, inbäddade i en tät hyfväfnad.

På ex. C förekomma talrika apothecier, tillhörande en parasiterande *Discomycet* med mörka, 2-rummiga sporer.

4. **L. pallida** Th. Fr.

Företrädesvis undersökt exemplar:

Ost-Finmarken, Warangerfjorden, Aldc'ok. 1857. Th. Fries (Th. Fr. Lich. Scand. rar. et crit. exs. N:o 21).

Bålen utgöres af en af små, gulhvita, rundade korn bildad crusta. Vid mikroskopisk undersökning finner man, att dessa korn bestå af en finmaskig hyfväfnad med stora interstitier, i hvilka ligga rundade eller kantiga, gulgröna, stora (7—12 μ i diam.) gonidier. Dessa bilda vanligen icke något särskildt gonidiallager utan äro temligen jemnt fördelade i crustan och saknas endast i kanten af de små crusta-kornen. Mellan dessa ser man här och der rundade, knöllika, på ytan ojemna och skrynkliga, mer eller mindre brun-svartaktiga bildningar, som närmare undersökta visa sig vara *cephalodier*, hvilka innehålla blågröna *Nostoc*-celler.

Bland substratet förekomma talrikt *Nostoc*-kolonier, som äro omkring 1 mm. i genomskärning och omgifvas af ett brunaktigt, skiktadt, temligen tjockt, yttre slemhölje. De särskilda trådarne äro inneslutna i en tunn, ofärgad slida och bestå af ovala, blågröna celler, 3—4 μ i diam., jemte något större gränsceller. Algen torde vara *Nostoc rupestre* Kütz.

Stundom finner man i dylika *Nostoc*-kolonier hyfer af *Lecidea*-arten, hvilka börjat intränga och förgrena sig i dem. Under det att t. ex. nedre delen af *Nostoc*-kolonien är på detta sätt angripen, är den öfre delen ofta alldeles fri från hyfer. Så småningom sprida sig hyferna i algkolonien och förgrena sig deri mer eller mindre rikligt. I allmänhet synas algkolonierna hos *L. pallida* TH. FR. mot de inträngande hyferna mer resistenta än annars är förhållandet, eller med andra ord genom den inverkan, som hyfer och algceller hos nämda art utöfva på hvarandra, ökas förmågan af utveckling i mindre grad än vanligt. Hyfgrenarne förgrena sig nämligen icke så snart mellan de särskilda algcellerna som hos andra med *Nostoc*-gonidier försedda cephalodier och bilda icke heller något tydligt differentieradt barklager, ehuruväl de ytterst liggande, något mörkare men i öfrigt oförändrade hyferna bilda ett hölje, som åtminstone i viss mon fungerar såsom barklager.

Cephalodierna äro hos *Lecidea pallida* temligen vexlande till storlek och läge. Än äro de omkring 1 mm. i genomskärning än endast 20 μ. Deras läge är ännu mera obestämdt. Oftast sitta de på sidan af, stundom ofvanpå crustans grynlika korn. De äro i dessa båda fall vanligen genom ett brunaktigt eller färglöst, med barklagret analogt hyflager skilda från de med gulgröna gonidier försedda delarne af crustan, men ganska ofta kan något dylikt skikt icke särskiljas, och båldelarne äro i detta fall försedda med delvis gulgröna delvis blågröna gonidier.

Endast de med gulgröna gonidier försedda partierna af bålen äro fertila. Ofta synas dock apothecier hafva uppstått ur de med blågröna gonidier försedda cephalodierna, men så är likväl icke förhållandet, utan dessa senare ha utvecklats hastigare än de med gulgröna gonidier försedda, fertila båldelarne och slutligen alldeles undanträngt dem samt stundom till och med sammanväxt med ena eller andra sidan af apotheciet.

På unga mossgrenar var det lätt att finna groende sporer jemte en af rikt förgrenade groddtrådar bildad, tät protothallus. På denna funnos *fria Nostoc-kolonier, i bildning stadda cephalodier* och *unga båldelar med gulgröna gonidier*. Huru dessa senare utvecklats och specielt, hvarifrån deras gonidier kommit, har jag hos denna art icke närmare undersökt.

Att deremot de i bildning stadda, bland de groende sporerna befintliga cephalodierna bildats genom inverkan af groddtrådar på fria *Nostoc*-kolonier, var alldeles påtagligt. Hos denna art förekomma således liksom hos *Solorina saccata* (L.) *var. spongiosa* (SM.) m. fl. *pseudocephalodier*. Emedan dessa utvecklas samtidigt med anlagen till båldelar med gulgröna gonidier och dervid stundom med dem sammanväxa, blir följden, att crustan såsom nämdt kommer att bestå dels af korn med gulgröna dels af korn med blågröna gonidier.

Cephalodier, förut anmärkta af TH. FRIES (Lich. Scand. II, s. 539), förekomma hos *Lecidea pallida* TH. FR. ytterst allmänt (konstant?). På ett stort antal exemplar från olika delar af Skandinavien har jag träffat dem. Endast på ett enda exemplar kunde jag icke finna dem, men då detta var temligen illa medfaret, kan derur med afseende på cephalodiernas konstanta förekomst hos denna art inga bestämda slutsatser dragas.

STEREOCAULON SCHREB.

Då vid undersökning af cephalodierna man hittils valt sitt material hufvudsakligen inom detta slägte (se den bibliografiska redogörelsen), och då på grund häraf cephalodierna hos hithörande arter äro jemförelsevis ganska noga studerade, har jag ansett öfverflödigt att utsträcka mina undersökningar till ett större antal arter inom detta slägte, så mycket mer som cephalodierna hos de olika arterna i allmänhet synas förhålla sig temligen lika. De tillägg, som kunna göras till förut gjorda undersökningar, inskränka sig också nästan uteslutande till studier öfver cephalodiernas *utveckling*, och ehuru jag häråt skulle önskat få egna något större uppmärksamhet, har jag i följd af bristande tid måst uppgifva denna plan. För öfrigt torde väl numera knappast på allvar kunna ifrågasättas, att gonidierna i cephalodierna uppstå och utvecklas *inuti* bålen.

1. **St. paschale** (L.) FR.

Undersökta exemplar:

Upsala. Okt. 1882. Förf.

Vid undersökning af icke för unga delar af podetierna finner man i midten en märgcylinder, som består af mycket tätt förenade, ytterst fina, med podetiernas längdaxel paralella hyfer. Utomkring märglagret finnes en mycket gles väfnad af tjocka och greniga hyfer, mellan hvilka här och der förekomma större eller mindre grupper af gulgröna gonidier.

Dessa gonidiegrupper äro utåt icke skyddade af något barklager, utan hyfväfnaden företer här samma utseende som på sidorna och inåt.

Saknas sålunda helt och hållet *barklager?* Om man på längd- och tvärsnitt undersöker de yttersta spetsarne på podetierna och deras grenar, finner man här ett smalt barklager. Spetsarne bestå nämligen af en mycket gles väfnad af greniga hyfer — märglager finnes här ännu icke; mot periferin af denna hyfväfnad ligger en rundtomkring sammanhängande gonidialzon, hvilken utåt såsom vanligt skyddas af ett smalt men tydligt *barklager* med något mörkare membraner.

Strax nedanför podetiernas spets börjar märgcylindern, som nedåt sedan hastigt tilltager i tjocklek. Emedan märgcylindern tillväxer hastigare både i tjocklek och isynnerhet i längd än den upptill slutna gonidialzonen, bildar denne jemte barklagret derutanför snart icke något sammanhängande lager, utan båda sprängas sönder, och gonidierna fördelas i större eller mindre grupper rundtomkring podetierna. Härefter bildas kring de särskilda gonidiegrupperna icke något nytt barklager, och de rudiment deraf, som till en början observeras på yttre sidan, försvinna snart.

Mellan de kring podetierna befintliga, större och mindre grupperna af *gulgröna* gonidier träffades här och der knöllika cephalodier, innehållande *blågröna Nostoc*-gonidier. Redan med blotta ögat voro dessa cephalodier på grund af sin blågrå, liksom pruinösa färg lätta att observera. De bestodo inuti af en fin hyfväfnad med deri inbäddade *Nostoc*-celler samt omgåfvos i allmänhet af ett slags barklager, bildadt af tätt sammanfiltade, något mörkare hyfer. Algcellerna voro förenade till grupper, som mindre i dessa än i andra cephalodier voro genomdragna af fina hyfer; detta berodde likväl möjligen på, att de undersökta cephalodierna ännu ej nått sin fulla utveckling.

Genom att vid undersökning börja på midten eller vid basen af en podetiegren och derefter gå mot spetsen finner man allt yngre cephalodier. Några fria, ännu af hyfer icke omslutna *Nostoc*-kolonier träffades visserligen icke, men ej sällan förekommo likväl så unga cephalodier, att det var alldeles påtagligt, att deras utveckling skett i hufvudsak så, som SCHWENDENER[1]) antager, d. v. s. genom algens inverkan erhålla hyferna förmåga af en lifligare utveckling, i följd hvaraf de omsluta och förgrenas i algkolonien, så att ett cephalodium bildas.

---

[1]) SCHWEND. Algentyp. d. Flechtengon. s. 18.

Cephalodier synas hos denna art förekomma konstant.

2. **St. ramulosum** (Sw.).

Företrädesvis undersökta exemplar:

A. America maxime australis. 1866. WESTERGREN.
B. Chile, »Los Ulmos» pr. Valdivia. 1864. H. KRAUSE.
C. Nya Granada. 1842. J. LINDEN. N:o 866 (Af NYLANDER bestämdt till *St. proximum* NYL.).
D. Oahu. Lich. boreali-americ. Distrib. H. WILLEY [under namn af *St. ramulosum* (Sw.) **proximum* (NYL.)].

På podetierna hos denna art förekomma, såsom det synes, *konstant* stora, rundade eller nästan klubblika cephalodier. Till färgen äro de något gulaktiga och på ytan mer eller mindre ojemna.

De hafva förut blifvit studerade af TH. FRIES, SCHWENDENER och BORNET. Beträffande dessa författares undersökningar hänvisas till den bibliografiska delen, der en redogörelse derför lemnas.

Vid mina egna studier har jag endast funnit bekräftelse på deras undersökningar och nöjer mig på grund deraf med en mera kortfattad redogörelse härför.

På ex. A fann jag på ett och samma exemplar dels *Nostoc*- dels *Stigonema*-cephalodier.

På ex. B förekommo dels *Nostoc*- dels *Scytonema*- dels *Stigonema*-cephalodier, och i ett och samma cephalodium anträffades till och med såväl *Nostoc*- som *Scytonema*-gonidier.

På ex. C fann jag dels *Nostoc*- dels *Stigonema*-cephalodier, och på ex. D förekommo cephalodier, som innehöllo dels endast *Scytonema*-gonidier dels åt ena sidan en *Scytonema* och åt den andra en *Stigonema*, hvilken på vissa cephalodier förekom äfven på deras yttre sida. För öfrigt voro podetierna (på ex. D) på sina ställen försedda med ett svartaktigt öfverdrag, bestående af en *Scytonema* jemte en deri inblandad *Stigonema*.

Man finner häri full bekräftelse särskildt på TH. FRIES' undersökningar af cephalodierna hos *St. ramulosum* (Sw.). Det framgår också tydligt, huru naturvidrig NYLANDERS sönderdelning af denna art är, och huru betydelselös gonidiernas olikhet i cephalodierna är såsom artkarakter.

Cephalodier förekomma hos de *flesta Stereocaula* (jemför sid. 80 not 1) och torde åtminstone hos en del af dessa finnas *konstant*. Hos vissa andra arter åter synas de *alltid* saknas. De i cephalodierna befintliga gonidierna utgöras mest af *Stigonemaceer* och *Nostocaceer*. Derjemte förekomma också *Scytonemaceer* men mera sparsamt. Slutligen har BORNET hos *Stereocaulon tomentosum* (FR.) *β alpinum* (LAUR.) funnit en *Glœocapsa* samt i cephalodier på *Stereocaulon ramulosum* (SW.) iakttagit en *Lyngbya* tillsammans med en *Scytonema*.

Beträffande de arter, hos hvilka cephalodier äro anträffade, hänvisas till TH. FRIES' *Comment. Ster. et Pil.* och *Monogr. Ster. et Pil.* samt NYLANDERS *Syn. Lich.* Endast följande, i dessa arbeten icke upptagna arter, för hvilka cephalodier uppgifvas, anföras här jemte hänvisning till den källa, der nämde uppgifter förekomma.

St. microcarpum MÜLL.—ARG. Flora 1879 s. 162.
St. curtulum NYL. Flora 1876 s. 232.
St. apocalypticum NYL.[1])
St. Wrightii TUCK. Syn. North Am. Lich. s. 234.

Dessutom har jag funnit cephalodier hos

St. evolutum GRÆVE
St. salazinum BORY (orig.ex.)

samt hos följande af NYLANDER namngifna arter[2]), som jag icke funnit beskrifna:

St. argodes NYL.
St. submollescens NYL.

PILOPHORUS (TUCK.) TH. FR.

Bålen består af cylindriska, enkla eller obetydligt greniga podetier, hvilka vid basen ofta äro omgifna af små, fjällika phyllocladier. I podetierna uppträder märglagret under en dubbel form: *innerst* såsom en af mycket glesa hyfer bestående centralcylinder, *ytterst* såsom ett lager af med hvarandra tätt förenade hyfer. Fysiologiskt tjenar detta yttre märglager såsom bark, och från det utgå periferiskt hyftrådar, mellan hvilka de gulgröna gonidierna ligga.

---

[1]) Reise in der äussersten Norden und Osten Sibiriens 1843—44, herausgegeben von A. TH. v. MIDDENDORF. Band IV. St. Petersburg 1867. Anhang VI s. LV not. 1. NYLANDER har sedermera (Flora 1875 s. 302) fört denna art till ett nytt slägte *Stereocladium* utan att dock ange dettas utmärkande karakterer.

[2]) Ex. herb. mus. Paris. Expédition astronomique à l'île Campbell 1874. M. FILHOL. (Herb. TH. FR.).

Bland phyllocladierna och på podetierna träffas isynnerhet vid basen af dessa senare hos hithörande arter mycket ofta rundade *cephalodier*, hvilka innehålla *Stigonema-*, *Nostoc-* eller *Glœocapsa*-gonidier.

Cephalodiernas förekomst inom detta slägte har först blifvit påvisad af FLÖRKE[1]) och TH. FRIES.

1. **P. robustus** TH. FR.

Undersökta exemplar:

A. Österdalen, Austa elf i Aamodt. 1837. M. N. BLYTT.

B. Gudbrandsdalen, Stuelsbroen i Ringeboe. 1864. TH. FRIES och S. HENSCHEN.

C. Ost-Finmarken, Mortensnæs. 1857. TH. FRIES.

D. ——, Storfjeldet. 1864. TH. FRIES.

Hos denna art har jag funnit cephalodier på alla de exemplar, som jag haft tillfälle att undersöka. Cephalodierna äro grå-brunaktiga, vanligen omkring 2 mm., stundom ända till 8 mm i diam. och innehålla *Nostoc*-gonidier.

* **Cereolus** (ACH.) TH. FR.

Undersökta exemplar:

A. Vestergötland, Lerums jernvägsstation. Juli 1880. Förf.

B. Nerike, Svennevads prestgård. 1869. O. G. BLOMBERG.

C. Ost-Finmarken. Storfjeldet. 1864. TH. FRIES.

D. Tromsö, Flöjfjellet. 1864. TH. FRIES.

Cephalodierna, som till färgen äro grå, bruna, rödbruna eller svarta, innehålla *Nostoc-*, *Stigonema-* eller *Glœocapsa*-gonidier. *Nostoc-* (ex. D) och *Stigonema*-gonidier (ex. A) äro vanligast, och *Glœocapsa*-gonidier förekomma mera sällan.

Nostoc-cephalodierna äro vanligen grå men stundom brunaktiga och innehålla tätt sammanpackade, blågröna gonidier.

---

[1]) H. G. FLÖRKE: Deutsche Lichenen, gesammelt und mit Anmerkungen herausgegeben. Lief. IV. Rostock 1819 s. 14 [*Piloph. robustus* TH. FR. * *Cereolus* (ACH.)].

Stigonema-cephalodierna äro ofta liksom täckta af svart ludd, hvilket beror derpå, att gonidierna växt ut till fria algtrådar. Bland lafven har jag ofta också funnit den cephalodiebildande *Stigonema*-arten i fritt tillstånd. *Stigonema*-cellerna äro än på alla sidor omspunna af hyfer (ex. A) än ordnade i longitudinela rader, skilda genom långsgående hyfer (ex. B).

Glœocapsa-cephalodier har jag hos denna underart icke funnit ensamma utan endast tillsammans med cephalodier, innehållande en annan alg. På ex. B förekomma dels rödbruna cephalodier, innehållande *Glœocapsa*-celler, dels gråbruna cephalodier med en *Stigonema*. På ex. C observerades dels *Nostoc*-cephalodier (grå-svartaktiga), dels *Stigonema*-cephalodier (svartaktiga), dels sparsamt *Glœocapsa*-cephalodier (rödbruna).

2 **P. acicularis** (ACH.) TH. FR.

Undersökt exemplar:

New Bredford (Massachusetts), Oregon. E. HALL.

På det exemplar af denna art, som jag haft tillfälle att undersöka, iakttogos mot basen af podetierna små, brunaktiga *cephalodier*, som innehöllo blågröna, i korta trådar anordnade celler, som syntes tillhöra en *Nostoc*-art. Bland substratet förekom äfven en fritt vegeterande *Nostoc*.

Att döma efter helt unga cephalodier försiggår cephalodiernas utveckling på det sätt, att algen omspinnes af de från yttre märglagret utgående hyferna.

* **Hallii** TUCK.

Undersökt exemplar:

New Bredford (Massachusetts), Oregon. E. HALL.

På det ofullständiga exemplar af denna art, som jag haft tillgång till, förekommo några små cephalodier, innehållande *Stigonema*-gonidier, hvilka på sina ställen växt ut till fria algtrådar. Unga cephalodier observerades äfven hos denna form, och visade sig utvecklingen försiggå på samma sätt som hos *P. acicularis* (ACH.) TH. FR.

ARGOPSIS TH. FR.

Hos den enda till detta slägte hörande arten har jag icke haft tillfälle att undersöka cephalodierna, hvarför jag endast citerar, hvad NYLANDER har att om dem anföra.

A. megalospora TH. FR.

»*Cephalodia podetiis adnata concolora tuberculosa subpodicellata, granulis gonimiis glauco-coerulescentibus sæpius moniliformi-junctis, diametris circa 0,004—6 millim., in substantia gelatinoidea contentis.*» NYL. Syn. Lich. sid. 254. Jemför Tab. VII fig. 32 b.

SPHÆROPHORUS PERS.

Inom detta slägte äro cephalodier hittils funna endast hos en art, hos hvilken de först iakttagits af NYLANDER[1]).

Sph. stereocauloides NYL.

Undersökta exemplar:

A. Nya Zeeland? (Af STIRTON bestämdt till *Stereocaulon (Thysanocaulon) Pinkertoni* n. sp.).

B. Nya Zeeland. J. REMY. (ROUMEGUERE: Lich. Gall. exs. N:o 370).

Bålen är busklik och utgöres innerst af en tjock, central märgcylinder och ytterst af ett smalt, af tätt sammanfiltade hyfer bestående kortikallager; mellan märgcylindern och detta ligger den af gulgröna gonidier bestående gonidialzonen.

Här och der finner man på bålen blågröna-ljusgrå, mer eller mindre flikiga *cephalodier*, som innehålla talrika, temligen oförändrade *Scytonema*-trådar.

III.

Sedan i det föregående lemnats en redogörelse för de speciela undersökningar af cephalodierna, som jag företagit, torde en sammanfattning af det hela och en allmän, jemförande öfversigt af cephalodierna vara på sin plats.

---

[1]) NYLANDER: Exemplum cephalodiorum in *Sphærophoro* (Flora 1869 N:o 5 s. 68).

Cephalodiernas benämning.

Af den förut lemnade bibliografiska redogörelsen framgår bland annat:

1) att namnet *cephalodium* först användts af ACHARIUS 1803 (Meth. Lich.), och att han dermed då afsåg bildningar, som utan undantag icke äro cephalodier i den bemärkelse, hvari detta ord här tages, och

2) att ACHARIUS sedermera 1810 (Lich. Univ.) fattade cephalodium i en helt annan betydelse, derunder sammanförande bildningar af mycket vexlande natur, hvilka icke heller med undantag af ett enda fall — cephalodierna hos *Peltidea aphthosa* (L.) — äro verkliga cephalodier.

Det var således icke utan ganska goda skäl, som WALLROTH förkastade namnet *cephalodium*, ehuru han onödigtvis införde ett nytt (*phyma*) i stället för att återupptaga det äldsta *corpusculum*, som äfven FLÖRKE användt. Att emellertid af prioritetsskäl nu återupptaga namnet corpusculum synes mig olämpligt, då cephalodium erhållit en så allmän användning.

Cephalodiernas förekomst.

Såsom i den speciela afdelningen synes, hafva hos ett jemförelsevis ganska stort antal lafvar cephalodier blifvit anmärkta. För öfversigtens skull må följande tablå meddelas öfver de slägten, inom hvilka cephalodier anträffats. Siffrorna i den första kolumnen ange det antal arter, hos hvilka jag sjelf iakttagit cephalodier, i andra kolumnen det antal arter, hos hvilka cephalodier af andra författare uppgifvas förekomma, ehuru jag icke varit i tillfälle att genom egna undersökningar konstatera dessa uppgifter.

Lobaria (HOFFM.)	34	2
Nephroma (ACH.) NYL.	4	—
Peltidea (ACH.) NYL.	2	—
Solorina ACH.	4	—
Lecanora (ACH.) TH. FR.		
A. *Placodium* (HILL) TH. FR.	4	3
B. *Psoroma* (ACH.) NYL.	4	3
Caloplaca TH. FR.	—	1
Transport	52	9

Transport	52	9
Lecania (Mass.) Th. Fr.	1	—
Lecidea (Ach.) Th. Fr.	4	—
Stereocaulon Schreb.[1])	—	—
Pilophorus (Tuck.) Th. Fr.	—	2
Argopsis Th. Fr.	1	—
Sphærophorus Pers.	1	—
	59	11

Dessutom uppgifvas cephalodier förekomma inom åtskilliga andra slägten, men i dessa fall har dock cephalodium användts i en annan bemärkelse än den, hvari det i detta arbete tages. I nedanstående förteckning, som likväl icke gör anspråk på att vara fullständig, hafva sammanförts alla de uppgifter om förekomsten af dylika »cephalodier», som jag i literaturen påträffat.

1. Antagligen af parasitsvampar orsakade bildningar.

Evernia prunastri (L.).
Ach. Syn. Meth. Lich. s. 245.
Ramalina calicaris (L.) *f. tuberculata* (Ach.).
Ach. Lich. Univ. s. 603.
Cladonia gracilis (L.)
Th. Fr. Lich. Scand. s. 82.
v. cornuta (L.) *f. phymatophora* (Wallr.)
»phymatibus convexis» Wallr. [2]).
Cetraria glauca (L.) *f. fallax* (Ach.).
Ach. Lich. Univ. s. 510.
Parmelia saxatilis (L.) [3]).
Ach. Lich. Univ. s. 92.

---

[1]) För *Stereocaulon* äro inga siffror meddelade, emedan uppfattningen af arterna hos slägtets båda monografer (Th. Fries och Nylander) är så olika, att något bestämdt artantal icke kan uppgifvas. Enligt Th. Fries (Monogr. Ster. et Pil.) förekomma cephalodier hos 19 arter och 3 subspecies, och enligt Nylander (Syn. Lich.) hos 17 arter och 11 subspecies. Dessutom äro i den speciela afdelningen (s. 75) 8 arter upptagna, hos hvilka cephalodier äfven äro funna. Cephalodier äro således inom detta slägte iakttagna hos omkring 30 arter, af hvilka jag haft tillfälle att se dem hos de flesta.

[2]) F. W. Wallroth: Naturgeschichte der Säulchen-Flechten. Norimberg 1829. s. 40, 108 och 133.

[3]) Antagligen är det dylika »cephalodier», som Montagne (Morphologischer Grundriss der Familie der Flechten. Aus dem Französischen mit Zusätzen von Karl Müller. Halle 1851, s. 16) afser med följande: »Die Cephalodien (*Cephalodia*) sind eine andere Art von Missbildungen, wobei nur das Thalamium der *Parmeliaceen* sich ausserordentlich entwickelt, ohne dass ihm der Rand oder das *Excipulum thallodes* nachfolgt. Dadurch bildet er eine Art von ungerandeter, halbkugeliger Ueberwallung.»

Abrothallus Smithii TUL. enligt TUL. Mém. Lich. s. 114.

Sticta limbata ACH.

ACH. Lich. Univ. s. 88.

Abrothallus Welwitzschii MONT. enligt TUL. Mém. Lich. s. 115.

2. Apothecier.

Cladonia HOFFM., *Stereocaulon* SCHREB., *Sphyridium* Flot. med flera slägten.

ACHARIUS, SPRENGEL, NEES VON ESENBECK o. a. förf.

3. Spermogonier.

Cetraria juniperina (L.).

ACH. Lich. Univ. s. 506.

Physcia ciliaris (L.).

ACH. Lich. Univ. s. 95.

4. Soredier.

Alectoria jubata (L.).

BISCH. Term. u. Syst. s. 779.

5. Ej närmare undersökta bildningar.

Usnea barbata (L.) m. fl. arter.

ACH. Lich. Univ. s. 623, m. fl. förf. ¹).

---

¹) Rörande de s. k. cephalodierna hos *Usnea* finnas i literaturen en mängd uppgifter, utan att man likväl ännu kommit på det klara med dessa bildningars natur. Redan DILLENIUS (Hist. musc. s. 63) och HOFFMANN (Flora von Deutschland oder botanisches Taschenbuch. Erlangen 1795. II, s. 132) betraktade dem såsom apothecier. Mot denna uppfattning uppträdde SCHRADER (Ueber die Gattung *Usnea*. Journal für die Botanik. Band I. Göttingen 1799. s. 42) och lemnade en temligen utförlig redogörelse för dem. Han kallar dem tuberkler och yttrar om deras natur följande: »Dass die Tuberkeln, wenn man die Hedwigische Theorie als die wahrscheinlichste annehmen will. die zweite Propagation dieser Flechten ausmachen. scheint mir sehr glaublich zu sein.» Ifrågavarande bildningar finnas sedan omnämda i deskriptiva lichenologiska arbeten under olika namn. RABENHORST (Lich. Eur. exs. N:o 551) betraktade dem såsom i följd af en parasitsvamp (*Abrothallus Usneæ* RABENH.) sjukligt förändrade apothecier. LINDSAY, som egnat dessa bildningar ganska mycken uppmärksamhet (Observations or new Lichens and Fungi collected in Otago, New Zealand. — Transactions of the Royal Society of Edinburgh. Vol. XXIV. Part II. 1865—66, s. 444), betraktade dem såsom analoga med cephalodierna hos *Stereocaulon*. Han har icke blott på dessa »cephalodier» utan äfven på bålen och apothecierna af *Usnea* funnit *Abrothallus Usneæ* RABENH. (Enumeration of Microlichens parasitic on other Lichens. — Quaterly Journal of Microscopical Science. Vol. IX. New Series. London 1869, s. 139). Dessa iakttagelser stå uppenbarligen i strid med RABENHORST'S uppfattning af

Lecanora saxicola (Poll.)
Wallr. Naturg. Flecht. I s. 689 *(phymata)*.
Lecidea tersa Ach.
Ach. Syn. Meth. Lich. s. 27.
Chænotheca chrysocephala (Ach.)
Nyl. Syn. Lich. s. 147 1).
Roccella tinctoria DC.
Ach. Lich. Univ. s. 83.
Coccocarpia aphthosa Jatta 2).
Jatta: Licheni Africani (Nouvo Giornale Botanico Italiano, diretto da Th. Caruel. 1882. Vol. XIV. N:o 3. s. 172).

Vi ha i det föregående funnit, att cephalodier äro iakttagna hos omkring 100 arter, och på goda skäl kan man antaga, att genom fortsatta undersökningar detta antal skall ytterligare ökas. Minks, som betraktar cephalodierna såsom ett slags »gonotrophier», uppger också 3), att de icke inskränka sig till de få arter och slägten, hos hvilka de hittils iakttagits, utan att de förefinnas hos ett större antal lafvar, ehuru de på grund af sin litenhet och sparsamma förekomst undgått uppmärksamheten — hos hvilka arter och slägten nämnes likväl icke.

Med afseende på cephalodiernas förekomst förtjenar särskildt påpekas, dels att det är ett fåtal slägten (underslägten), inom hvilka de anträffats, dels att de inom dessa slägten i allmänhet förekomma hos ett jemförelsevis mycket stort antal

---

nämde bildningars natur. Som de emellertid icke innehålla några gonidier, kunna de icke anses såsom cephalodier. Sjelf har jag icke tillräckligt undersökt dem för att beträffande deras natur kunna uttala någon bestämd åsigt. Lätt kunde man vara frestad att betrakta dem såsom *stromata*. Inuti bestå de af en ytterligt fin och tät hyfväfnad, som med jod färgas blå. Vid ett annat tillfälle torde jag möjligen återkomma till dessa bildningar, som synas närmast motsvara de på cephalodierna hos *Lobaria erosa* (Eschw.) förekommande, i det föregående beskrifna, blekröda, knöllika upphöjningarne.

1) Nylanders beskrifning: »*cephalodia carnea convexa, apothecia biatorina simulantia, textura dense cellulosa et globulos oleosos copiose continente*» häntyder på, att fråga här icke är om verkliga cephalodier.

2) Huruvida Jatta med »*cephalodiis testaceis verrucoso-inæqualibus*» afser cephalodier, kan jag icke med visshet afgöra. Jag har likväl anledning att antaga, att han såsom cephalodier omnämt prolifikationer från barklagret; dylika bildningar har jag hos andra arter af detta slägte iakttagit.

3) A. Minks: Das Mikrogonidium. Basel 1879. s. 123.

arter. Lecidea (Ach.) gör härifrån visserligen ett undantag, då cephalodier inom detta slägte äro funna hos endast fyra arter; men här visar sig liksom inom andra slägten, att cephalodierna vanligen förekomma hos lafvar, hvilkas inbördes affinitet är påtaglig. De tre arterna *(L. panæola*, *L. consentiens* och *L. pelobotrya)* förete nämligen sinsemellan de största öfverensstämmelser, och endast den fjerde arten *(L. pallida)* står isolerad. Äfven inom slägtet *Stereocaulon*, der cephalodier äro funna endast hos en del arter, finner man såsom regel, att närslägtade arter med afseende på förekomsten af cephalodier förhålla sig lika.

Hos de olika cephalodieförande arterna synes förekomsten af cephalodier vara temligen olika. Många lafarter torde nämligen äga cephalodier konstant [t. ex. *Lecanora gelida* (L.), *Stereocaulon ramulosum* (Sw.), *Peltidea aphthosa* (L.)], under det att de understundom antagligen saknas hos andra (t. ex. vissa *Lobaria*- och *Stereocaulon*-arter). Mycket sannolikt är, att cephalodier hos de särskilda cephalodieförande arterna uppträda vida oftare, än man hittils anat, ehuru de äro svåra att isynnerhet på herbarieexemplar upptäcka. — Såsom en egendomlighet må i sammanhang härmed erinras derom, att på bålen af europeiska exemplar af *Lobaria amplissima* (Scop.) busklika cephalodier förekomma nästan utan undantag, under det att de lika regelbundet saknas på nordamerikanska exemplar af samma art (se s. 21).

Förekomma cephalodier endast hos Archilichener?

Såsom synes af den förut meddelade öfversigten öfver de slägten, inom hvilka cephalodier med säkerhet anträffats, tillhöra alla dessa *Archilichenerna*. Särskildt må också påpekas, att cephalodier företrädesvis förekomma hos de Archilichener, som äga paralellslägten bland Phycolichenerna:

Lobaria motsvarar nämligen bland dessa *Sticta* (Schreb.) [= *Stictina* Nyl.]
Nephroma » » » » ***Nephromium*** Nyl.
Peltidea » » » » ***Peltigera*** (Willd.) Nyl.
Psoroma » » » » ***Pannaria*** (Del.).

Ehuru å andra sidan inom t. ex. slägtet *Lobaria* cephalodier äro anmärkta hos ett mycket stort antal arter, hafva de ännu icke anträffats hos någon enda *Sticta*-art — oaktadt dessa båda slägten i öfrigt visa så stor öfverensstämmelse, att de af många författare förenas till ett slägte.

Helt naturligt framställer sig derför den frågan: finnas cephalodier endast hos Archilichenes?

Den ende, som förut synes egnat någon tanke häråt, är Nylander. Enligt honom måste svaret härpå blifva jakande [1].

Innan jag närmare inlåter mig på denna fråga, vill jag redogöra för några undersökningar, som belysa densamma.

Hos *Phycolichener* har jag utom de normala gonidierna understundom iakttagit algceller, tillhörande en annan »typ». Såsom exempel härpå må anföras *Peltigera canina* (L.), hos hvilken jag — på exemplar, samlade i aug. 1881 på Slottsbacken i Upsala — funnit på och uti bålen gulgröna algceller utom de blågröna gonidierna. I de yngsta delarne af bålen funnos visserligen såsom vanligt mellan bark- och märglagren blågröna gonidier, men på äldre delar af bålen förekommo isynnerhet mellan filtluddet på öfre sidan *Protococcus*-lika celler, hvilka växte och trifdes väl. Hyferna förhöllo sig passiva gent emot algen och erhöllo vid beröring med densamma icke förmåga af kraftigare utveckling, såsom vid cephalodiernas bildning är fallet. Algcellerna förökade sig rikligt och började så småningom intränga genom barklagret bland hyferna i bålen. Hyferna i barklagret syntes nu något degenererade, och de blågröna gonidierna förlorade efter hand färgen och bortdogo. De gulgröna algcellerna delade sig rikligt i lafbålen och genomträngde den i skilda riktningar men bildade icke något egentligt gonidiallager.

De undersökta exemplaren företedde ett sjukligt utseende. Påtagligt var också, att den gulgröna algens förhållande till hyferna var ett helt annat än de blågröna gonidiernas. Utan tvifvel hämtade algen en del af sin näring från hyferna och de blågröna gonidierna, utan att hyferna erhöllo assimileradt kol från algen. Här ägde sålunda en kamp för tillvaron rum, och förhållandet mellan de båda symbionterna (lafven och den gulgröna algen) var tydligen ett slags parasitism. Att hänföra dylika fall till cephalodierna, skulle vara olämpligt, då särskildt vid dessas utveckling den inträngande algens förhållande till hyferna och de normala gonidierna är ett helt annat.

---

[1] **Nyl. Flora 1867 N:o 28 s. 439.**

Äfven hos andra lafvar har jag funnit liknande fall, som icke synas vara sällsynta. Endast ett exempel må här anföras. På exemplar af *Solorinella asteriscus* ANZI (från Chur i Schweiz, samlade 1863 af LAURER) förekommo bland hyferna mer eller mindre högt upp i bålen trenne alger, tillhörande slägtena *Scytonema, Glœocapsa* och *Nostoc*. Algerna voro alldeles oförändrade, och hyferna syntes förhålla sig passivt till dem. Då sålunda de olika organismerna i detta fall icke syntes på minsta sätt inverka på hvarandra, kunde här icke vara tal om vare sig antagonistisk eller mutualistisk symbios [1]), utan man skulle möjligen kunna kalla en dylik symbios indifferent. Skilnaden mellan de olika slagen af symbios förmedlas emellertid genom så påtagliga öfvergångar, att det är omöjligt att uppdraga någon sträng gräns mellan dem. Följande fall torde tjena såsom bevis härför.

Vid undersökning af exemplar af *Endocarpon pusillum* HEDW. — från Heidelberg, samlade af ZWACK — fann jag bland substratet och på undre sidan af den gulgröna gonidier innehållande bålen talrikt alger, som tillhörde följande slägten: *Scytonema* AG., *Schizosiphon* KÜTZ., *Glœothece* NÆG., *Aphanothece* NÆG., *Chroococcus* NÆG. och *Glœocapsa* NÆG. (*Gl. violacea* RABENH.) [2]). Dessa alger hade äfven inträngt uti bålen, men hyferna och algcellerna syntes icke utöfva någon inverkan på hvarandra. På vissa ställen af bålen voro algerna mycket kraftigt utvecklade och hade här trängt undan hyferna. De tre förstnämde algerna hade till och med växt midt igenom bålen, och på öfre sidan af densamma kunde man redan med blotta ögat förmärka små, svarta, dynlika bildningar, som bestodo af företrädesvis *Scytonema*-trådar. I detta fall syntes symbiosen först vara indifferent men sedan så småningom hafva öfvergått till antagonistisk.

Vid de nämda exemplen ägde mellan algen och hyferna icke någon sådan samverkan rum som vid cephalodiernas bildning. Jag anser på grund deraf, att algerna i dessa fall icke kunna anses cephalodiebildande och skall till denna sak längre ned återkomma.

Efter denna afvikelse från frågan, om cephalodier förekomma endast hos *Archilichener*, öfvergår jag till en redogörelse för de uppgifter, som jag i literaturen funnit rörande förekomsten af tvänne slags gonidier hos andra lafvar än *Archilichener*.

---

[1]) A. DE BARY: Die Erscheinung der Symbiose. Strassburg 1879. s. 21.

[2]) Amanuensen N. WILLE har välvilligt biträdt mig vid bestämningen af dessa alger.

Bornet[1] har hos följande lafvar funnit tvänne slags gonidier, utan att bålen i afseende på det yttre derigenom undergått någon förändring.

Massalongia carnosa (Dicks.), hos hvilken utom *Scytonema*-gonidier träffades en *Glœocapsa*.

Lichina confinis (Lightf.), som utom *Rivularia*-gonidier innehöll kolonier af *Protococcus crepidinum* Thur.

Heppia adglutinata (Kremph.), hos hvilken utom de blågröna gonidierna träffades en *Protococcus*.

Schwendener har hos en på »*Bryophagus*» växande *Secoliga* — hvarmed väl afses *Gyalecta bryophaga* (Körb.) — funnit 4 eller 5 olika *Chroococcaceer* (*Glœothece*, *Aphanothece* och *Glœocapsa*[2]).

Vidare har Körber hos *Pyrenopsis granatina* (Sommerf.) och *Lecothecium tremniacum* (Mass.) samt »überhaupt bei den meisten Gallertflechten» funnit flere slags gonidier[3].

Inom slägtet *Arthonia* förekomma stundom enligt Almquist[4] på samma exemplar *Trentepohlia*- och *Palmella*-gonidier.

Dessutom synes Nylander hos *Nematonostoc rhizomorphoides* Nyl. funnit tvänne slags gonidier[5].

---

[1] Born. Recherch. Gonid. lich. s. 89.

[2] S. Schwendener: Erörterung zur Gonidienfrage (Flora 1872 N:o 15 s. 229). I en senare afhandling af samme författare (Die Flechten als Parasiten der Algen. Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Basel. Theil V. Heft IV. Basel 1873. s. 543) återtages — åtminstone delvis — uppgiften i fråga: »Die Colonien von *Glœothece* etc., auf welchen eine *Secoliga* smarotzend vegetirt (vgl. meine »Erörterung zur Gonidienfrage» in Flora 1872, Tafl. IV), können kaum als Gonidien betrachtet werden».

[3] G. W. Körber: Zur Abwehr der Schwendener-Bornet'schen Flechtentheorie. Breslau 1874. s. 12, 14–15. — I fråga om *Pyrenopsis granatina* jemför Nyl. Lich. Lapp. or. s. 104, der i bålen förekommande gulgröna gonidier förklaras tillhöra under *Pyrenopsis*-crustan växande *Archilichener*. Vid undersökning af några *Pyrenopsis*-arter har jag trott mig finna bekräftelse på riktigheten af denna förklaring. — Huruvida de af Körber l. c. äfven nämda Archilichenerna och Sclerolicherna *Harpidium rutilans* Körb., *Ionaspis chrysophana* (Körb.), *I. odora* (Ach.), *Polyblastia Henscheliana* (Körb.) [= *Sporodictyon cruentum* Körb.] med flere äga cephalodier, har jag icke undersökt; helt visst är dock här endast fråga om fall, analoga med de ofvan beskrifna (*Solorinella*, *Endocarpon pusillum*). Jemför Th. Fries: Polyblastiæ Scandinavicæ. s. 12 (Acta Regiæ Societatis Scientiarum Upsaliensis. Upsaliæ 1877).

[4] S. Almquist: Monographia Arthoniarum Scandinaviæ, s. 30 not (Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar. Bandet 17. N:o 6).

[5] »... *intus hormogoniis (gonimiis moniliformibus) corticalibus subrectis et distinctis vaginatis, interioribus implexis minus distincte*

Härtill komma de lafvar, som enligt MINKS och STEINER[1]) äga gonidier af flere typer. Att ingå på en närmare redogörelse härför torde vara obehöfligt.

Det återstår att undersöka, i hvad förhållande den främmande algen hos dessa omnämda, ej till *Archilichenerna* hörande lafvar står till hyferna, om cephalodier hos dem kunna sägas förekomma, eller om man här har fall, jemförliga med de förut nämda hos *Peltigera canina*, *Solorinella* och *Endocarpon pusillum*. Uppgifterna rörande denna sak äro på de anförda ställena så knapphändiga, att det är omöjligt att utan vidare undersökningar komma till klarhet härutinnan.

Den främmande algen torde åtminstone icke orsaka några märkbart framträdande bildningar, såsom förhållandet ofta är med cephalodierna. Mycket häntyder också på, att i de nämda fallen den främmande algen och hyferna icke inbördes samverka, eller med andra ord att här icke förekommer någon mutualistisk utan indifferent eller antagonistisk symbios.

Sannolikt äro således de nyssnämda lafvarne icke att hänföra till de med cephalodier försedda och, såvidt hittils är kändt, har man ännu icke iakttagit något exempel på cephalodier hos andra än Archilichener.

Cephalodiernas läge, färg och form.

I afseende på sitt läge förete cephalodierna stora olikheter: än förekomma de på öfre eller undre sidan af bålen än omkring eller uti densamma; stundom sitta de mellan de mindre delar, af hvilka lafcrustan består. Någongång [*Solorina saccata* (L.) *var. spongiosa* (SM.) och antagligen äfven *Lecanora hypnorum* (HOFFM.)] uppstå de på sjelfva protothallus, och, då sedermera crustan blifvit färdigbildad, synas de bilda integrerande delar af densamma.

Ehuru sålunda cephalodiernas läge hos olika arter är ytterst olika, intaga de likväl ofta hos samma art ett be-

---

vaginatis et gonimiis singulis, majoribus (meiogonimiis) hinc inde interpositis.» NYLANDER: *Nematonostoc rhizomorphoides* nov. gen. et sp. (Bulletin de la Société botanique de France. Tom. XX. 1873. s. 264.

[1]) J. STEINER: *Verrucaria calciseda. Petractis exanthematica.* Ein Beitrag zur Kenntniss des Baues und der Entwicklung der Krustenflechten. Klagenfurt 1881. Separatabdruck aus dem XXXI Programme des k. k. Staats-Obergymn. Om denna afhandling gäller, hvad som förut är sagdt om **MINKS'** arbeten.

stämdt läge i förhållande till bålen. Alltid är detta likväl icke förhållandet. Utom hos *Lecanora hypnorum* (HOFFM.), der de förekomma dels under apothecierna dels antagligen också mellan crusta-kornen, är hos andra *Lecanora* (*Psoroma*)-arter, *Peltidea venosa* (L.) m. fl. ett växlande läge hos cephalodierna iakttaget.

Synnerligen anmärkningsvärd är i detta afseende *Nephroma arcticum* (L.), hos hvilken cephalodierna ligga inneslutna i bålen vanligen under gonidiallagret men stundom både upptill och nedtill begränsade af ett lager gulgröna gonidier (Tafl. I fig. 6).

Då cephalodierna tydligt framträda på bålens öfre sida, afvika de i allmänhet mer eller mindre till färgen från omgifvande partier af bålen. Vanligen äro de i detta fall mörkare än bålen t. ex. svartgrå hos *Peltidea aphthosa* (L.), *Lobaria amplissima* (SCOP.) eller något stötande i blågrått *Lobaria erosa* (ESCHW.). Stundom äro de svagt gulröda (*Lecanora gelida* (L.) och närstående arter), under det att de hos andra understundom äro mörkröda (*L. panæola* ACH.).

Då cephalodierna sitta på undre sidan af bålen, afvika de mindre i afseende på färgen och äro derför i detta fall svåra att observera.

Beträffande formen är det vanliga förhållandet, att cephalodierna bilda knöllika upphöjningar på öfre sidan af (rundt omkring) bålen t. ex. *Peltidea aphthosa* (L.), *Lecanora* (ACH.), *Stereocaulon* SCHREB. och *Pilophorus* (TUCK.). Stundom äro de busklika (vissa *Lobaria*-arter) eller klubblika (*Stereocaulon ramulosum*) eller något flikiga (*Sphærophorus stereocauloides*). Hos ett jemförelsevis stort antal lafvar förekomma de inuti bålen. Antingen antydes härvid deras förekomst genom en svag upphöjning på bålens öfre eller undre sida t. ex. *Lobaria* (HOFFM.) och *Nephroma* (ACH.), eller också kunna de utifrån icke observeras. I förra fallet bilda cephalodierna inuti bålen gyttringar af algceller, i senare fallet hafva de ofta utbredt sig mer på längden samt tendera att bilda ett gonidiallager [*Solorina saccata* (L.), *S. crocea* (L.)].

Cephalodiernas indelning.

Cephalodierna förete sålunda hos olika lafvar stora olikheter men bibehålla hos en och samma art i allmänhet samma utseende. De olika former, under hvilka de hos olika arter uppträda, äro dock förmedlade genom så många öfvergångar, att det är omöjligt att uppställa några på deras yttre utseende grundade typer, under hvilka de öfriga kunna subsumeras.

Såsom redan förut är nämdt, sökte **Wallroth** särskilja trenne hufvudformer (*phymata lenticularia*, *radiosa* och *carcinomatosa*) men fann, att de utan märkbar gräns öfvergingo i hvarandra.

Nylander åter indelade dem i *cephalodia epigena*, *hypogena* och *endogena*. Han valde sålunda en helt annan indelningsgrund, nämligen orten för deras uppkomst. Det är dock omöjligt att uppdraga någon bestämd gräns mellan *ceph. hypogena* och *endogena*, emedan dessa båda förbindas med hvarandra genom tydliga öfvergångar, i det att nämligen *ceph. endogena* i yngre stadier varit *ceph. hypogena*. Det är vidare origtigt att tala om *endogena* cephalodier, eftersom de icke äro endogena utan tvärtom hafva ett exogent ursprung.

Då emellertid hvarken cephalodiernas form eller läge erbjuder någon lämplig indelningsgrund, torde en sådan lämpligen kunna hämtas från orten för deras uppkomst. Vi indela således cephalodierna i:

1) sådane, som utvecklas från öfre sidan af (eller omkring) bålen, och

2) sådane, som utvecklas från undre sidan af bålen.

För de förra kan man lämpligen använda benämningen *ceph. epigena* (*perigena*) och för de senare *ceph. hypogena*.

Detta sätt att indela cephalodierna stöter likväl på vissa svårigheter. Hvart skola nämligen de cephalodier hänföras, som vid sporernas groning bildas på protothallus? I många afseenden visa de emellertid så stora afvikelser från de öfriga cephalodierna, att det torde vara lämpligast att låta dem bilda en särskild grupp, för hvilken jag (sid. 47) föreslagit benämningen *pseudocephalodier*. I motsats till dessa cephalodier sättas de öfriga under namn af *cephalodia vera*.

Emellertid äro äfven dessa båda slags cephalodier understundom icke strängt åtskilda, utan öfvergångar förekomma mellan dem. Cephalodiernas indelning blir sålunda till en viss grad artificiel. Här såsom alltid, då man söker systematicera naturen, finner man, att det hela utgör en oafbruten kedja, der den ena länken visserligen kan förete stora olikheter med den andra, men der olikheterna förmedlas genom mångfaldiga öfvergångar.

Cephalodierna skulle således kunna grupperas på följande sätt:

I. *Cephalodia vera* (egentliga cephalodier). Dessa cephalodier, som nästan alltid intaga ett bestämdt läge i förhållande till bålen, utmärkas deraf, att de stå i ett tydligt sammanhang med de normala gonidier innehållande delarne af densamma, samt att de vanligen äro omgifna af ett barklager, som utgör en omedelbar fortsättning af barklagret på de närgränsande delarne af bålen.

A. *Ceph. epigena (perigena)*, hvilka uppkomma på öfre sidan af (eller omkring) bålen. De utvecklas vanligen från öfre barklagret ofvan gonidialzonen, hvilken icke deltager i deras bildning. Då barklager saknas, bildas cephalodiets hyfväfnad af hyfer från märglagret (*Stereocaulon*). Till denna hufvudtyp höra ett fåtal cephalodier. Till formen äro de något vexlande; följande olika slag kunna exempelvis nämnas:

1. *Ceph. tuberculosa* (knöllika ceph.) t. ex. *Peltidea aphthosa* (L.).
2. — *lobulata* (flikiga ceph.) t. ex. *Sphærophorus stereocauloides* Nyl.
3. — *capitata* (klubblika ceph.) t. ex. *Stereocaulon ramulosum* (Sw.).

B. *Ceph. hypogena*, hvilkas uppkomst och utveckling sker från undre sidan af bålen. Vid de hypogena cephalodiernas utveckling intränga algcellerna mer eller mindre djupt in i bålen. Dels med afseende härpå dels med afseende på formen skulle man kunna särskilja följande typer.

1. *Ceph. thalloidea* (bållika cephalodier), hos hvilka algcellerna icke upptränga i bålen utan vid dennes af barklager ej skyddade undre sida omslingrats af hyfer, som rikt förgrenats i algkolonien. Dessa cephalodier stå i ett mycket obetydligt sammanhang med bålen och utgöra snarare bihang till än delar af densamme. De omgifvas vanligen af ett eget, mer eller mindre tydligt, pseudoparenchymatiskt barklager (Tafl. II fig. 28). I många afseenden visa de stora öfverensstämmelser med *pseudocephalodierna;* å andra sidan närma de sig också i viss mon de knöllika cephalodierna (*ceph. tuberculosa*), ehuru de förekomma på motsatta sidor af

bålen. Hit höra de ofvan beskrifna cephalodierna hos *Peltidea venosa* (L.), de i kanten af apothecierna befintliga cephalodierna hos *Solorina saccata* (L.) *var. spongiosa* (SM.) samt cephalodierna hos *Solorina octospora* ARN.

2. *Ceph. immersa*[1]) (invuxna cephalodier), då algcellerna inträngt i märglagret och der antingen bildat rundade gyttringar (*Nephroma* (ACH.) och de flesta *Lobaria*-arter) eller utbredt sig under gonidialzonen [*Solorina crocea* (L.)]. Dessa cephalodier sakna helt och hållet barklager. Till storleken äro de temligen vexlande. Uppnå de en betydligare sådan, kunna de förmärkas på öfre eller undre sidan af bålen i form af större eller mindre upphöjningar. Ofta visa de sig på undre sidan af bålen i form af en tydlig, vårtlik bildning, som företer mycken likhet med pyrenokarpiska apothecier. Dylika cephalodier hafva af NYLANDER blifvit kallade *ceph. pyrenodea* och anses af honom såsom en form af *ceph. »endogena»*.

3. *Ceph. placodioidea*[2]) (skiflika cephalodier), då algcellerna nedifrån genomträngt hela bålen och på öfre sidan af densamma framträda i form af en plattryckt vårta (*Lecanora gelida* (L.) och närstående arter).

4. *Ceph. granuliformia*[2]) (kornlika cephalodier), då algcellerna genomträngt crustan, och mellan bålgrynen uppstå kornlika bildningar (*Lecidea panæola* ACH.). Dessa cephalodier stå mycket nära de skiflika cephalodierna.

5. *Ceph. fruticulosa*[2]) (busklika cephalodier), då algcellerna nedifrån genomträngt hela bålen och på öfre sidan framträda i form af busklika bildningar t. ex. *Lobaria amplissima* (SCOP.).

II. *Pseudocephalodia.* Dessa cephalodier bildas redan vid sporernas groning i protothallus derigenom, att groddtrådar omslingra algkolonier af annan »typ» än de normala gonidierna. De stå i ringa samband med öfriga delar af bålen samt äro omslutna af ett eget barklager, hvilket visserligen kan sammanväxa med bålens, men dermed icke står i genetiskt samband. Hvad som särskildt utmärker dessa cephalodier är vidare den tydliga tendens till sjelfständig utveckling, som de visa. Hittils äro de funna hos ett fåtal arter: *Solorina saccata* (L.) var. *spongiosa* (SM.), *Lecidea pallida* TH. FR. och antagligen *Lecanora hypnorum* (HOFFM.) samt *Lecidea panæola* ACH.

---

[1]) TH. FR. Lich. Spitsberg. s. 16 not.

[2]) NYLANDER: De cephalodiis in *Peltidea venosa* (Flora 1866 N:o 8 s. 116).

De i cephalodierna förekommande algerna.

I afseende på de alger, som träffas i cephalodierna märkes, att de samtliga tillhöra *Phycochromaceernas* grupp och bland dessa följande familjer:

1. *Nostocaceæ.*
2. *Stigonemaceæ (Sirosiphoneæ).*
3. *Scytonemaceæ.*
4. *Chroococcaceæ.*
5. *Oscillariaceæ.*

De till fam. *Nostocaceæ* hörande algerna igenkännas i cephalodierna på sina små, rundade, med nästan omärklig membran försedda celler samt vanligen sparsamt förekommande, något större och med dubbelt konturerad membran försedda gränsceller (heterocyster). I allmänhet ligga *Nostoc*-cellerna mycket tätt förenade och bilda rundade gyttringar i märglagret, stundom kunna de dock utväxa och på bålens öfre sida bilda busklika förgreningar [*Lobaria amplissima* (SCOP.)].

Till färgen äro cellerna mycket vexlande: vanligen blågröna med ofärgade gränsceller, stundom nästan blå med gula gränsceller (vissa *Lobaria*-arter) eller hela algmassan mer eller mindre gulaktig, hvilket senare säkerligen beror på ålder. Vid behandling med kaliumhydrat färgas gränscellerna med klorzinkjod violetta, under det att de öfriga algcellerna färgas gulbruna.

Bland hithörande alger har jag i cephalodier funnit dels *Nostoc*-arter dels *Polycoccus punctiformis* KÜTZ., hvilken senare SCHWENDENER för till *Nostocaceerna*[1]). Med säkerhet förekommer den hos *Lobaria amplissima* (SCOP.) och antagligen hos åtskilliga andra, men då det icke är möjligt att till art eller stundom ens slägte kunna bestämma algen utan föregående odling, kan jag icke med bestämdhet yttra mig härom.

Fam. *Nostocaceæ* är den i cephalodierna utan jemförelse talrikast representerade. Arter tillhörande densamma träffas i cephalodierna företrädesvis hos slägtena *Lobaria* (HOFFM.),

---

[1]) SCHWEND. Algentyp. d. Flechtengon. s. 28.

Nephroma (Ach.) Nyl., *Solorina* Ach., *Peltidea* (Ach.) Nyl. och *Lecanora* [*Psoroma* (Ach.) Nyl.] samt relativt mer sparsamt inom slägtena *Stereocaulon* Schreb., *Lecidea* (Ach.) Th. Fr. och *Lecanora* [*Placodium* (Hill) Th. Fr.].

I förhållande till bålens gonidiallager intaga *Nostoc*-cellerna ett mycket olika läge, såsom vid cephalodiernas indelning redan är påpekadt. Särskildt förtjenar framhållas deras ovanliga läge i grönländska exemplar af *Nephroma arcticum* (L.). *Nostoc*-cellerna ligga nämligen här inneslutna i märglagret, icke blott upptill utan äfven nedtill begränsade af ett smalt lager af gulgröna gonidier (Tafl. I fig. 6).

I cephalodierna på *Peltidea aphthosa* (L.) har jag understundom iakttagit en annan egendomlighet, som förtjenar att omnämnas. I nedre delen af ett cephalodium fann jag nämligen vanliga *Nostoc*-celler, inbäddade i en finmaskig hyfväfnad; i öfre delen saknades hyfer eller förekommo de mycket sparsamt, och i stället för enstaka celler funnos här långa, ytterst smala celltrådar (Tafl. I fig. 4). Om dessa utvecklats ur de nämda *Nostoc*-cellerna, eller om de möjligen utgjordes af någon annan alg, kan jag icke afgöra.

Arter tillhörande fam. *Stigonemaceæ* förekomma likaledes ganska ofta i cephalodierna hos *Lecanora* [*Placodium* (Hill) Th. Fr.], *Stereocaulon* Schreb., *Pilophorus* (Tuck.) Th. Fr. och *Lecidea* (Ach.) Th. Fr. Algen har i cephalodiet vanligen en gulbrun färg och kan stundom förvexlas med *Nostocaceer*. Gränsceller äro likväl vida talrikare, hvarjemte cellerna äro mer radvis anordnade och stundom försedda med en ganska tydlig slemskida.

Såsom anmärkningsvärdt må framhållas, att algen på äldre cephalodier ofta utväxer till normalt utvecklade trådar. Detta, som först observerades af Th. Fries på *Stereocaulon*-cephalodier, och som jag sedan funnit särdeles tydligt på *Lecanora gelida* Ach. (Tafl. I fig. 1), *Lecidea pelobotrya* (Wahlenb.), *Pilophorus robustus* Th. Fr. * *Cereolus* (Ach.) m. fl., utgör ett otvetydigt vitnesbörd om cephalodie-gonidiernas algnatur.

Bland de till denna familj hörande slägten har jag i cephalodier med säkerhet funnit endast *Stigonema* Ag. representeradt.

Scytonemaceer förekomma i cephalodier hos *Stereocaulon*-arter samt *Sphærophorus stereocauloides* Nyl. Cellerna äro i cephalodierna i synnerhet i deras midt vanligen förenade till temligen långa och oförändrade trådar, hvarigenom hithörande alger lätt igenkännas.

Winter[1]) anser såsom sannolikt, att cephalodierna hos *Lobaria linita* (Huds.) orsakas af en *Scytonemacé* eller *Rivulariacé*. Efter hvad förut är nämdt, torde detta helt visst icke vara förhållandet. Det är således hos ett mycket ringa antal lafvar, som man i cephalodierna träffar *Scytonemaceer*.

Chroococcaceer förekomma i cephalodier likaledes endast hos ett fåtal lafvar. Arter af såväl slägtet *Chroococcus* Næg. som *Glæocapsa* (Kütz.) Næg. äro emellertid representerade bland de cephalodiebildande algerna.

Glæocapsa — företrädesvis eller uteslutande *Gl. Magma* (Bréb.) Kütz. — har jag iakttagit i cephalodierna hos *Lecidea panæola* Ach., *L. pelobotrya* (Wahlenb.), *Pilophorus robustus* Th. Fr. **Cereolus* (Ach.), hvarjemte Bornet[2]) i cephalodierna hos *Stereocaulon tomentosum* (Fr.) β *alpinum* (Laur.) funnit en *Glæocapsa* Kütz. De öfverst i cephalodierna liggande cellerna har jag funnit alldeles eller nästan alldeles oförändrade, men, i samma mon som hyfväfnaden blir tätare, försvinner det röda slemlagret, och de blågröna cellerna framträda tydligare (Tafl. II fig. 27).

Chroococcus-arter äro i cephalodierna vida sällsyntare. Endast hos *Lecidea panæola* Ach. har jag funnit sådane: *Chr. turgidus* (Kütz.) Næg. eller någon närstående art. Th. Fries[3]) har i cephalodierna hos samma art iakttagit en med *Chr. cinnamomeus* (Menegh.) närslägtad art.

Oscillariaceer förekomma i cephalodier mycket sällsynt; hittils äro de endast funna af Bornet[4]), som i cephalodier på *Stereocaulon ramulosum* (Sw.) funnit en *Lyngbya* Ag., blandad med en *Scytonema* Ag.

Sedan jag nu omnämt de olika alger, som orsaka cephalodier, torde närmast i ordningen böra följa en redogörelse för cephalodie-algernas olika grad af konstans hos de särskilda lafvarne.

Inom slägtena *Lobaria* (Hoffm.), *Nephroma* (Ach.), *Solorina* Ach., *Peltidea* (Ach.) och *Lecanora* [*Psoroma* (Ach.) Nyl.] innehålla cephalodierna alger, hvilka utan undantag utgöras af *Nostocaceer.* Inom öfriga lafslägten med flere cephalodieförande arter — *Lecanora* [*Placodium* (HILL) TH. FR.], *Lecidea* (ACH.) TH. FR., *Stereocaulon* SCHREB. och *Pilophorus* (TUCK.) TH. FR. — förekomma i cephalodierna olika slags alger.

---

[1]) Wint. Cephal. s. 181.
[2]) Born. Recherch. Gonid. lich. s. 80.
[3]) Th. Fr. Lich. Scand. s. 503.
[4]) Born. Recherch. Gonid. lich. s. 72.

Hvad beträffar arterna inom dessa sistnämda slägten, kunna cephalodierna hos dem med afseende på gonidierna i allmänhet variera ganska betydligt. I cephalodierna hos *Lecidea pallida* TH. FR. har jag dock, oaktadt ett stort antal exemplar från olika delar af Sverge och Norge blifvit undersökta, hittils funnit endast *Nostoc*-gonidier. Hos öfriga arter, af hvilka jag undersökt flere exemplar, har jag i cephalodierna funnit än en än en annan alg, ehuru hos vissa arter cephalodierna innehålla företrädesvis gonidier af ett bestämdt slag.

Cephalodie-gonidiernas variation inskränker sig likväl icke ensamt till de särskilda arterna, utan i cephalodierna på samma individ eller till och med i ett och samma cephalodium kan man finna flere olika alger.

Utom hos *Stereocaulon ramulosum* (SW.), der TH. FRIES, SCHWENDENER och BORNET redan förut iakttagit olika gonidier på samma exemplar, har jag hos nedanstående lafvar på samma exemplar funnit cephalodier med gonidier, tillhörande följande algslägten:

Lecanora gelida ACH. *Stigonema* och *Nostoc.*

L. illita NYL. *Stigonema* och *Nostoc.*

Lecidea panæola ACH. *Glæocapsa* och *Stigonema* samt *Glæocapsa* och *Chroococcus.*

L. pelobotrya (WAHLENB.) *Stigonema* och *Nostoc.*

Pilophorus robustus TH. FR. * *Cereolus* ACH. *Glæocapsa* och *Stigonema* samt *Nostoc*, *Glæocapsa* och *Stigonema.*

Mera sällsynt är det att i samma cephalodium träffa flera alger. TH. FRIES har i cephalodierna hos *Stereocaulon ramulosum* (SW.) funnit öfvergångar mellan de olika algtyperna[1], och hos samma lafart har BORNET i ett och samma cephalodium funnit dels en *Scytonema* dels en *Lyngbya* (AG.)[2]. Sjelf har jag hos *Stereocaulon ramulosum* (SW.) i ett cephalodium funnit en *Nostocacé* och en *Scytonema* samt i ett annat en *Scytonema* och en *Stigonema.* I senare fallet påträffade jag de båda algerna tillsammans fritt förekommande på podetierna. Vidare har jag i ett och samma cephalodium hos så väl *Leci-*

---

[1] TH. FR. Beitr. Ceph. s. 23.

[2] BORN. Recherch. Gonid. lich. s. 72.

dea panæola Ach. som *L. pelobotrya* (Wahlenb.) funnit en *Glœocapsa* och en *Stigonema*.

Ehuru det således är ett fåtal algfamiljer, som de cephalodiebildande algerna tillhöra, förete likväl hos de särskilda lafarterna cephalodierna med afseende på de i dem befintliga algerna i allmänhet mycket stora vexlingar, och olämpligheten att från dem hämta några artkarakterer ligger i öppen dag.

Cephalodiernas hyfväfnad.

Hittils synas man förbisett eller åtminstone egnat en ganska ringa uppmärksamhet åt den hyfväfnad, hvari gonidierna ligga. Hos analoga eller affina lafvar med olika gonidier visar den likväl ofta icke oväsendtliga olikheter såsom t. ex. hos *Peltigera* Ach. och *Peltidea* (Ach.) Nyl.

Denna väfnad i cephalodierna har emellertid Winter[1]) beskrifvit hos *Lobaria linita* (Huds.). Mestadels har hyfsystemet i alla *Nostoc*-cephalodier ungefär samma utseende och struktur; några särskilda undantag skola nedan omnämnas. Vid beröring med *Nostoc*-cellerna förgrenas hyferna mycket rikligt och utsända mellan algcellerna talrika, fina hyfgrenar. Från dessa utgå sedan smärre, ytterst fina grenar, mellan hvilka smågrenar sedan anastomoser bildas. Sålunda uppkommer en finmaskig hyfväfnad, i hvilken algcellerna äro inneslutna och af hyfer tätt omgifna.

Att endophytiska alger föranleda förgrening i den cellväfnad, hvari de ligga inneslutna, var förut bekant genom t. ex. Reinkes[2]) undersökningar af Cycadeernas rötter.

I vissa *Nostoc*-cephalodier t. ex. hos *Lecidea consentiens* Nyl. (Tafl. I fig. 3) och *L. pallida* Th. Fr. förgrenas hyferna långt mindre, och man kan hos dessa arter i cephalodierna finna algkolonier, mellan hvilkas celler hyfer icke eller endast helt obetydligt förgrenats. Ett motsvarande förhållande mellan hyfer och *Nostoc*-gonidier finner man som bekant hos t. ex. *Collema* (Hoffm.) och *Leptogium* (Fr.).

I de uti cephalodierna befintliga *Nostoc*-cephalodierna hos *Lecanora hypnorum* (Hoffm.) (Tafl. II fig. 15) ligga algcellerna icke såsom vanligt inneslutna i en ytterst finmaskig hyfväfnad utan egentligen i barklagret, som genom inverkan af algen betydligt utvidgats.

---

[1]) Wint. Cephal. s. 182.

[2]) Reink. Morph. Abhandl. s. 12.

I *Stigonema*-cephalodierna kunna de särskilda hyftrådarne visserligen stundom tydligt följas, men vanligen har hela hyfsystemet här öfvergått till en ytterst finmaskig väfnad, hvari de särskilda hyfelementerna icke kunna urskiljas (Tafl. I fig. 1).

I *Glœocapsa*-cephalodierna äro hyferna mycket kortcelliga och mer gelatinösa. Hela hyfväfnaden visar här ett så att säga areoleradt utseende[1]) och öfverensstämmer noga med hyfsystemet hos *Pyrenopsis* Nyl.

Mest oförändrade hafva hyferna liksom algen bibehållit sig i *Scytonema*-cephalodierna. Här visa nämligen hyferna samma utseende som i bålens märglager.

I fråga om cephalodierna hos *Stereocaulon* anmärker Nylander, att man kan särskilja trenne lager: bark-, gonidial- och märglager[2]), ehuru än gonidial- än märglagret är företrädesvis utveckladt. Hos vissa andra cephalodier framträda också dessa olika lager ganska tydligt; särskildt är detta fallet med det å tafl. II fig. 5 afbildade cephalodiet af *Peltidea aphthosa* (L.). Det ojemförligen vanligaste förhållandet är emellertid, att gonidierna äro jemnt fördelade öfver hela cephalodiet; så är fallet med t. ex. alla *cephalodia immersa.* Cephalodiet i sin helhet utgöres här således af en gonidialväfnad utan särskildt bark- eller märglager.

Cephalodiernas uppkomst och utveckling.

I fråga om de olika sätten för cephalodiernas bildning har jag redan vid deras indelning redogjort för det väsentligaste. Jag visade der, att pseudocephalodierna uppstå vid sporernas groning genom samverkan mellan groddtrådarne och en alg, typiskt skild från lafvens normala gonidier, och att de egentliga cephalodierna *(ceph. vera)* uppkomma genom samverkan mellan en dylik alg och hyfer, tillhörande en redan utvecklad lafbål. De egentliga cephalodiernas utveckling försiggår vidare dels så, att algcellerna på undre sidan af bålen omslingras af hyferna och antingen här eller högre upp i densamma utveckla ett cephalodium *(ceph. hypo-*

---

[1]) Jemför Born. Recherch. Gonid. lich. Pl. 16 fig. 5, 6.

[2]) Nylander: Lichenes in regionibus exoticis quibusdam vigentes. s. 252 not. (Annales des sciences naturelles. Sér. 4. Botanique. Tom. XI. Paris 1859).

gena), dels så, att de på öfre sidan af bålen genom samverkan med hyferna ge upphof till ett cephalodium *(ceph. epigena)*.

Det är i den speciela afdelningen på flera ställen visadt, att, vare sig cephalodierna äro hypogena, epigena eller pseudocephalodier, deras utveckling är resultatet af en egendomlig samverkan mellan hyfer och algceller. Då de cephalodiebildande algcellerna komma i beröring med hyferna, erhålla nämligen dessa senare en ökad förmåga af utveckling; de omspinna algkolonien och förgrenas upprepade gånger uti densamma, så att algcellerna komma att ligga uti en mycket fin hyfväfnad. Samtidigt härmed dela sig algcellerna rikligt, hvarigenom cephalodiets volym betydligt tilltager.

Med afseende på de hypogena cephalodiernas utveckling förefinnas stora olikheter. Än är det endast de delar af hyferna, hvilka komma i omedelbar beröring med algen, som utsända grenar kring och uti algkolonien — ett cephalodium uppstår i detta fall vid märglagrets bas (*Solorina octospora* Arn.); än intränger algen ett stycke i märglagret och bildar här en rundad gyttring af algceller [*S. saccata* (L.), *Lobaria* (Hoffm.)]; än tränger algen ännu högre upp i bålen och utbreder sig under det gulgröna gonidiallagret, som ofta till och med undantränges [*S. crocea* (L.), *S. bispora* Nyl.]; än genombrytes den gulgröna gonidialzonen samt barklagret, och cephalodiet framträder på öfre sidan af bålen under olika former [*Lobaria amplissima* (Scop.), *Lecanora gelida* Ach., *Lecidea panæola* Ach.].

På hvad sätt algcellernas uppträngande i bålen sker, känner jag icke. Det vill dock åtminstone understundom synas, som om de icke bortdoge i nedre delen af cephalodiet och förökades endast i den öfre samt på detta sätt så småningom komme allt högre upp i bålen, utan det förefaller, som om deras inträngande högre upp berodde på ett slags vandring. Egendomligt är, att de delar af hyfväfnaden, som algen genomträngt, stundom återtaga sitt förra utseende, sedan algen kommit högre upp i bålen (Tafl. I fig. 7—9).

Förhållandet mellan de cephalodiebildande algcellerna och lafbålen.

Det återstår nu att undersöka, i hvad förhållande cephalodiealgen står till lafven. Åger en verklig parasitism rum dem emellan, d. v. s. lefver den ene af de båda organismerna på den andres bekostnad, eller äro de möjligen hvarandra till ömsesidigt gagn?

Innan jag söker besvara dessa frågor, torde några ord om parasitism och symbios i allmänhet vara på sin plats.

De Bary, som i ett vid tyska naturforskaremötet i Cassel 1878 hållet föredrag[1]) — delvis efter van Beneden — angifvit de olika slag af symbios, som förekomma i naturen, skiljer särskildt mellan antagonistisk och mutualistisk symbios. Vid den förra lefver den ene af de båda symbionterna (gästen) på den andres (värdens) bekostnad, vid den senare symbiosen äger det förhållande rum, att de båda symbionterna befordra hvarandras utveckling.

Den antagonistiska symbiosen motsvarar i allmänhet, hvad de Bary också kallar fullständig parasitism, ehuru graden af parasitism i olika fall icke obetydligt modereras. Mellan parasiten och värdplantan (gästen och värden) förefinnes likväl alltid kamp för tillvaron. Äfven vid den mutualistiska symbiosen förefinnas olika grader, ehuru dessa framträda mindre skarpt åtskilda i växtverlden än i djurriket. Van Beneden skiljer inom djurriket mellan mutualister och commensualer[2]). De förra lefva af affall från andra djur (t. ex. af epidermisdelar), de »sörja för toiletten». De senare lifnära sig af ett öfverskott af näringsmaterial, som värden kan undvara. En dylik åtskilnad mellan mutualister och commensualer kan svårligen göras inom växtriket; i stället förekomma här andra fall af symbios, hvilka sakna motsvarighet inom djurverlden.

Ett närmare studium af cephalodierna visar tydligt, att mellan algen och hyferna icke någon kamp för tillvaron förekommer. Man kan här icke tala om antagonistisk symbios eller parasitism, ty algen intränger visserligen i värdplantan men förstör icke hennes väfnader utan framkallar tvärtom uti dem ett hastigare tillväxande.

Man skulle möjligen kunna tänka sig, att något slags sjuklig öfverretning (hypertrophi) äger rum vid cephalodiernas utveckling. För ett sådant antagande saknas tillräckliga skäl, då ingenting finnes hos de cephalodieförande lafvarne, som antyder något sjukligt, såvidt man nämligen med sjukdom förstår ett abnormt tillstånd hos en organism, hvilket är förenadt med störing af dess funktioner. Det synes tvärtom ställdt utom allt tvifvel, att de cephalodiebildande algcellerna och hyferna på hvarandra utöfva en ömsesidigt fördelaktig inverkan, i det att de sinsemellan fördelat näringsbestyren, och att således mellan de båda symbionterna en mutualistisk symbios äger rum.

---

[1]) A. de Bary: Die Erscheinung der Symbiose. Strassburg 1879.

[2]) P. J. van Beneden: Animal parasites and messmates. London 1876. s. XXIV (The International Scientific Series. Vol. XX).

Att såväl hyfer som gonidier vid beröring med hvarandra erhålla förmåga af en rikligare utveckling, har förut i synnerhet STAHL tydligt påvisat [1]. Bekräftelse derpå finner man lätt vid sporernas groning och cephalodiernas utveckling. Man kan icke förklara detta på annat sätt än genom att antaga, att mellan de assimilerande cellerna och hyferna ett ömsesidigt utbyte af näringsämnen äger rum, hvaraf följer en ökad utveckling hos båda komponenterna. Hyferna upptaga mineralbeståndsdelar och bilda af nitrater och ammoniumsalter qväfveföreningar. Algcellerna åter upptaga kolsyra ur luften och vatten från de omgifvande hyferna samt bilda genom reduktion af kolsyran och vattnet kolhydrater. Då algcellerna äro på alla sidor tätt omslutna af hyfer, kunna de endast från dessa erhålla sitt behof af mineralbeståndsdelar och qväfveföreningar, hvaremot de afgifva kolhydrater i utbyte till hyferna. På detta sätt äro de båda symbionterna hvarandra till gagn.

Då emellertid redan de normala gonidierna assimilera kolsyra, kan man med skäl fråga, om icke cephalodiealgen är alldeles öfverflödig.

Från SCHWENDENERIANSK ståndpunkt måste symbiosen mellan hyferna och de normala gonidierna anses nödvändig, under det att symbiosen mellan hyferna och cephalodiegonidierna är mer tillfällig. Lafven kan således existera såsom en fysiologiskt sjelfständig organism utan de senare, men en annan fråga är, om de icke möjligen äro lafven till någon särskild nytta. Cephalodiernas konstanta förekomst hos vissa lafvar häntyder onekligen derpå.

Såsom möjligen utgörande ett svar på den sista frågan hänvisar jag till ENGELMANNS undersökningar öfver assimilationen [2].

---

[1] E. STAHL: Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Flechten. II Ueber die Bedeutung der Hymenialgonidien. Leipzig 1877. s. 13.

[2] TH. W. ENGELMANN: Ueber Sauerstoffausscheidung von Pflanzenzellen im Mikrospectrum (Botanische Zeitung. 1882 N:o 26).

——: Ueber Assimilation von Hæmatococcus (Botanische Zeitung. 1882 N:o 39).

——: Farbe und Assimilation (Botanische Zeitung. 1883 N:o 1—2).

Han har nämligen funnit, att den assimilatoriska effekten är relativt starkast hos de enkla ljusstrålar, hvilkas färg utgör komplementfärgen till de assimilerande cellernas färg. Sålunda har han i afseende på de olika ljusstrålarnes relativa assimilatoriska energi funnit, att för gröna celler ligga de verksammaste våglängderna i rödt mellan de FRAUENHOFERSKA linierna B och C och i blått vid F, under det att för blågröna celler assimilationens maximum ligger i gult, ehuru mellan B och C den assimilatoriska verkan är ganska stor. Det vill häraf synas, som om en laf, hvilken innehåller både gröna och blågröna gonidier, skulle på samma tid och vid samma ljusstyrka kunna assimilera en större qvantitet kolsyra än en laf med endast ett slags gonidier. *Om* således ENGELMANNS undersökningar äro riktiga, hvilket ej finnes anledning att betvifla, *torde cephalodierna vara lafvarne till gagn.*

Påtagligt är emellertid, att den inverkan, som cephalodiealgcellerna utöfva på bålen i olika fall är ganska vexlande, såvidt man nämligen får sluta härtill af den olika grad af utveckling, hvartill cephalodierna hos olika arter hinna. I cephalodierna hos *Lobaria amplissima* (SCOP.) och *L. herbacea* (HUDS.) har man ett tydligt exempel härpå. Cephalodiernas utveckling synes hos dessa till en början försiggå på samma sätt; hos den förra fortgår dock utvecklingen betydligt längre, i det att cephalodierna här icke stanna inuti bålen utan höja sig öfver dess yta och på öfre sidan af bålen utväxa till stora, busklika bildningar, under det att hos den senare (och i vissa fall antagligen äfven hos *L. amplissima*) utvecklingen afstannar, medan cephalodierna ännu befinna sig i märglagret inuti bålen. I förra fallet måste man anse den impuls till kraftigare utveckling, som de båda symbionterna genom inverkan på hvarandra erhålla, betydligt starkare.

Cephalodie-algens förhållande till lafbålen och särskildt till hyferna visar stora öfverensstämmelser med de normala gonidiernas förhållande till hyferna, och frågan om cephalodierna står derigenom i ett nära samband med den SCHWENDENERSKA lafteorin; dels kunna nämligen från dem stöd hämtas för denna teori, dels visar å andra sidan ett noggrannare studium af cephalodierna ohållbarheten af en del skäl, som blifvit anförda mot samma teori. Jag vill i det följande närmare söka utveckla detta.

Cephalodierna och Schwendenerska lafteorin.

De flesta skäl, som blifvit anförda mot den SCHWENDENERSKA teorin, grunda sig derpå, att man betraktat gonidiernas och hyfernas förhållande till hvarandra såsom ett slags parasitism, der den ene komponenten (hyferna) lefver på den andres (gonidiernas) bekostnad. Utgående härifrån har man anmärkt, att parasiten (hyferna) uppträder först, och att värdplantan (gonidierna) derefter tillkommer; att hyferna så tätt omsluta gonidierna, att dessa senare måste erhålla åtminstone någon näring från hyferna, samt att algen, ehuru angripen af en kraftigt utvecklad parasit, detta oaktadt trifves väl och rikligt delar sig samt tillför hyferna näring. »*Quænam enim rationes biologicæ algis his parasitis maxime singularibus attributæ essent? Ad perpetuum inclusæ in thallis heterogeneis sæpius firmis stratoque corticali continuo undique obductæ eæ evolutionem nullam naturæ Algarum congruentem manifestare possent. Algas sisterent infelices tenebricolas, in carcere angustissimo detentas omnique libertate autonoma modo ceterarum Algarum vivendi orbatas? Anne vita talis naturale quoddam exhiberet vel alibi in natura obveniens? Vel ubinam aliquid physiologice analogum occurrit?*» [1])

Emellertid har TH. FRIES redan förut framhållit, att, om den SCHWENDENERSKA teorin är riktig, är här fråga icke om en parasitism i vanlig bemärkelse utan om en »*parasitismus duplex et reciprocus*» [2]), och att detta i och för sig ingalunda utgör någon tillräcklig grund för förkastandet af nämnda teori.

En närmare undersökning af cephalodierna visar också, att man just i dessa bildningar har ett otvetydigt bevis derpå, att »*algæ infelices tenebricolæ* etc.» icke blott i naturen kunna förekomma utan ock faktiskt existera, hvarjemte, såsom förut är visadt, cephalodierna också torde utgöra ett exempel på en »*parasitismus duplex et reciprocus*» (d. v. s. mutualistisk symbios).

En olikhet finnes visserligen mellan cephalodierna och lafbålen, nämligen att man icke med visshet känner något exempel på, att cephalodier utvecklat apothecier. Möjligen har jag iakttagit dylika på cephalodier hos *Lecidea panæola* ACH., men detta kan tyvärr icke med bestämdhet afgöras. Å andra sidan må ock anmärkas, att cephalodierna i allmänhet äro så föga utvecklade, att apotheciebildning väl svårligen skulle kunna inträda annat än under synnerligt gynsamma omständigheter.

---

[1]) NYLANDER: Animadversio de theoria gonidiorum algologica (Flora 1870, N:o 4 s. 52).

[2]) TH. FR. Lich. Scand. s. 6.

Studiet af cephalodierna visar oss äfven, att SCHWENDENERSKA teorin icke är orimlig derför, att algen, ehuru på alla sidor tätt omgifven af hyfer, likväl trifves väl och rikligt delar sig. Kan för öfrigt klorofyllet i de assimilerande cellerna assimilera kolsyra, om cellerna äro *gonidier* i enlighet med den anti-SCHWENDENERSKA uppfattningen — d. v. s. assimilations-*organ*, så ligger det antagandet a priori nära till hands, att klorofyllet kan fungera på samma sätt, om cellerna äro *alger*. I cephalodierna hafva vi också ett tydligt exempel på algceller, som, ehuru tätt omslutna af hyfer, fungera såsom assimilationsorgan och tillföra hyferna näring [1]).

Frågan om den SCHWENDENERSKA teorins antagande eller förkastande hvilar naturligtvis ytterst på svaret på den frågan: huru uppkomma de i bålen inneslutna gonidierna?

Pseudocephalodiernas utveckling torde i viss mon vara egnad att lemna svaret härpå. Hos *Solorina saccata* (L.) *var. spongiosa* (SM.) samt *Lecanora hypnorum* (HOFFM.) har jag funnit, att pseudocephalodierna uppkomma på alldeles samma sätt, som lafbålen enligt SCHWENDENER bildas: först utvecklas från sporerna groddtrådar, som omslingra algceller och rikt förgrenas mellan dem, under det att dessa förökas, hvarigenom så småningom bildas en tät hyfväfnad, inneslutande gonidier. Efter hvad mina undersökningar ge vid handen synas också de gulgröna gonidier innehållande partierna uppstå på alldeles samma sätt. Se mina undersökningar af *Lecanora hypnorum* (HOFFM.) (Tafl. II fig. 17, 19—23) samt *Solorina saccata* (L.) *var. spongiosa* (SM.) (Tafl. II fig. 26).

Det har äfven anmärkts, att lafvarne, ehuru ägande en oerhörd utbredning, enligt SCHWENDENERSKA teorin skulle utgöra resultatet af ett tillfälligt sammanträffande mellan en svamp och en alg, att vidare svampar [2]) och al-

---

[1]) WINT. Cephal. s. 200.

[2]) A. V. KREMPELHUBER: Geschichte und Literatur der Lichenologie. Band III. München 1872. s. 185 g).

Jag tillåter mig i sammanhang härmed påpeka, att det synes mig icke vara fullt riktigt att från SCHWENDENERIANSK ståndpunkt utan vidare jemföra lafvarnes hyfsystem med svamparnes mycelium. Saken får väl tagas på följande sätt: lafvarnes hyfsystem har fylogenetiskt utvecklats ur svampmycelier, som genom symbios med alger så småningom under tidens lopp undergått mer eller mindre betydliga ger 1) såväl som lafvar samtliga i allmänhet förekomma på ganska olika lokaler, samt att dessutom de alger, som skulle fungera såsom gonidier, efter hvad man har sig bekant, icke ha så stor utbredning, som de lafvar, i hvilka de enligt Schwendener skulle ingå såsom gonidier.

Cephalodierna utgöra emellertid resultatet af ett tillfälligt sammanträffande af tvänne olika organismer och träffas icke desto mindre, såsom vi i den speciela afdelningen funnit, konstant hos flere lafvar med stort utbredningsområde. Cephalodiernas konstanta förekomst förklaras derigenom, att den cephalodiebildande algen (algerna) icke blott äger samma utbredningsområde som lafven utan äfven alltid förekommer tillsammans med denne. I sällskap med t. ex. *Peltidea aphthosa* (L.) och *Lecanora gelida* (L.) finnas sålunda alltid alger, som bilda cephalodier hos dessa lafvar.

Det visar sig således, att verkligen alger och lafvar i vissa fall konstant träffas tillsammans. Huru ofta ett dylikt sammanträffande äger rum kan icke afgöras, men något djerf måste man anse den bevisföring vara, som stöder sig på uppgiften, att gonidie-algerna sannolikt icke äga en så stor utbredning som motsvarande lafvar, ty härom föreligga ännu inga i någon mon tillfyllestgörande undersökningar 2).

Såsom ett stöd för Schwendenerska teorin må erinras om, att *Lobaria amplissima* (Scop.) m. fl. arter lemna otvetydiga bevis för, att verkliga algceller tillsammans med hyfer kunna

---

förändringar icke blott i afseende på yttre utseende och kemiska beståndsdelar utan äfven beträffande substrat, näring m. m. Att förkasta Schwendenerska teorin derför, att lafvarne t. ex. icke förekomma på döda, organiska ämnen, ruttnande eller förmultnande produkter eller såsom parasiter på lefvande men bortdöende organismer, visar, att man icke gjort klart för sig, att hvarje organism vid förändring af de yttre lifsbetingelserna i enlighet med tillpassningens lag undergår vissa förändringar, hvilka genom den progressiva ärftligheten sedermera öfverflyttas på afkomman.

1) Mycket bestämd är i synnerhet Nylander i fråga härom. »*Gonidia Lichenum non in thallis et simul in natura libere viventia occurrunt (Protococci quidem subsimiles sunt, sed non cum ipso typo gonidiorum omnino congrui); numquam gonidia circa thallos et simul intra eosdem conspiciuntur, licet thallos juveniles ubique nascentes (etiam initia eorum tenerrima) observamus. Contra ubi Lichenes optime vigent et abundant, ibi »Algæ» (Protococci etc.) omnino desunt.*» Nyl. De gonidiis et eorum formis diversis animadversiones (Flora 1877, N:o 23 s. 356).

2) Såsom exempel derpå, att alger kunna träffas på temligen oväntade lokaler, kan jag nämna, att jag i Botaniska trädgården i Upsala på ännu ej vissnade blad af *Hippophaë rhamnoides* L. och *Elæagnus argenteus* Pursh funnit rikligt med *Protococcus*-celler tillsammans med en fertil *Ascomycet*, som jag ännu icke närmare undersökt.

frambringa bildningar, som hafva en lafbåls alla utmärkande karakterer, och som, ehuru beroende på ett tillfälligt sammanträffande af olika organismer, likväl äga en bestämd form och i vissa trakter så godt som konstant förekomma. Det må också påpekas, hvilken högst väsendtligt olika form samma hyfsystem stundom kan antaga vid inverkan af olika assimilerande celler: hos *Lobaria amplissima* (Scop.) bilda hyferna tillsammans med gulgröna gonidier en bladlik bål och tillsammans med blågröna busklika cephalodier.

Vi ha i den speciela afdelningen äfven sett, huru hyferna af *Peltidea aphthosa* (L.) med en *Nostocacé* kunna frambringa en bildning, som till sin byggnad i allt väsendtligt öfverensstämmer med en *Peltigera* Ach. (Tafl. I fig. 5); huru hos *Lecidea panæola* Ach. hyferna förändras vid samverkan med *Glæocapsa Magma* (Bréb.), och ett cephalodium uppstår, som till sin byggnad icke kan skiljas från en *Pyrenopsis* Nyl. — andra exempel att förtiga.

Vi ha nu i största korthet sett Schwendenerska teorin från en åtminstone delvis ny synpunkt. Redan af det anförda framgår dock, att frågan om cephalodierna ganska nära berör frågan om lafvarnes natur i allmänhet. En mera utförd jemförelse mellan de normala gonidiernas och de cephalodiebildande algcellernas förhållande till lafbålen torde också vara egnad att i flera afseenden belysa den Schwendenerska lafteorin.

Med cephalodierna i vissa afseenden analoga företeelser.

Såsom förut är nämdt, anser Nylander cephalodiernas normala och konstanta förekomst hos vissa lafvar utgöra ett tillräckligt bevis derför, att de icke äro orsakade af endophytiska alger. Detta ger mig anledning att hänvisa till några andra växter, hos hvilka man funnit mer eller mindre konstant förekommande endophytiska alger, så mycket hellre som dessa fall äfven i andra afseenden visa öfverensstämmelser med cephalodierna.

På undre sidan af öfre bladfliken finnes hos *Azolla*-arterna en trång öppning, som leder till en stor hålighet inuti bladet. I denna fann Strasburger[1]) utan undantag *Nostoc*-kedjor, tillhörande samma art, icke blott på alla Azolla-exemplar utan ock i hvarje särskildt blad, som han studerade. Och dock härstammade de undersökta arterna från så vidt skilda floromraden som Amerika, Nya Holland, Asien och Afrika.

---

[1]) E. Stasburger: Ueber *Azolla*. Jena 1873. s. 39.

I stammen på *Gunnera*-arter fann Reinke [1]) uti parenchymcellerna en utifrån inkommen *Nostoc*-art, som träffades utan undantag på alla undersökta exemplar icke blott från botaniska trädgårdar utan ock från Afrika, Nya-Zeeland och Syd-Amerika. Treub [2]) har sedan funnit samma alg i en *Gunnera* från berg i Indiska Archipelagen. Det vill således synas, som om äfven hos *Gunnera* en endophytisk alg förekomme konstant.

Flera exempel derpå, att alger om icke konstant så åtminstone mycket ofta träffas i andra växters väfnader skulle kunna anföras, men jag nöjer mig med att till de förut nämda lägga ett, nämligen förekomsten af *Nostoc*-celler uti rötterna af vissa *Cycadeer*. Här finner man uti intercellularrummen talrika algceller, som på de kringliggande parenchymcellerna föranleda uppkomsten af säcklika utskott.

Vissa likheter förefinnas mellan lafvarnes cephalodier och de anförda exemplen. I alla fallen hafva algcellerna utifrån inträngt i värdplantans väfnader och föröka sig der sedan rikligt. Värdplantan tager ingen skada af den inneboende algen och behöfver den icke för sin utveckling.

En olikhet är, att hos *Gunnera* algcellerna ligga inuti värdplantans celler, dit de inträngа genom porer på membranen. I hvad förhållande hos *Azolla*, *Gunnera* och *Cycas* algen står till värdplantan, är svårt att afgöra. På grund af algens konstanta förekomst kan man väl knappast antaga, att symbiosen är alldeles utan ändamål. Snarare torde man i dessa fall kunna se tillpassningsfenomen, i synnerhet hos *Azolla* tydligt framträdande.

Klebs anser visserligen, att de i högre växters väfnader förekommande endophytiska algerna äro att betrakta såsom »*rumparasiter*» [3]), hvilka uppsökt en skyddad plats för sin ostörda utveckling, och i vissa fall — t. ex. då alger förekomma uti *Sphagnum*-blad — torde denna förklaring vara tillfyllestgörande, men då symbiosen är konstant, kan den icke göra anspråk derpå. Möjligt är, att äfven i dessa fall ENGELMANNS undersökningar öfver olika färgade cellers olika assimilationsmaxima (se sid. 101) äga sin tillämpning.

---

[1]) Reink. Morph. Abhandl. s. 92, 113.

[2]) M. Treub: *Nostoc*-Kolonies in *Gunnera macrophylla* Bl. (Nederl. Kruidkundig. Archief. Ser. II. Deel III. Stuck IV. 1882) — citeradt efter Botanisches Centralblatt. Band XII. 1882. N:o 9. s. 289.

[3]) G. Klebs: Beiträge zur Kenntniss niederer Algenformen (Botanische Zeitung. 1881 N:o 20 s. 315).

Alger kunna äfven förekomma endophytiskt hos vissa djur. Som bekant har nämligen på sista tiden den åsigten blifvit uttalad[1]), att i alla de fall, der klorofyll förekommer hos lägre djur såsom hos Protozoer, Hydra m. fl., det i sjelfva verket härrör från encelliga alger. Riktigheten af denna åsigt synes genom HAMANNS undersökningar ställd utom allt tvifvel, åtminstone hvad HYDRA beträffar[2]). BRANDT har äfven studerat algen och »värdens» förhållande till hvarandra och dervid kommit till följande resultat, som HAMANN åtminstone delvis bekräftar: »värden» kan, då algcellerna saknas eller i följd af otillräcklig belysning icke kunna funktionera, upptaga organisk näring såsom andra djur, men då algen uti djuret assimilerar kolsyra, hämtar det utifrån endast oorganiska ämnen. Algen uti ifrågavarande djur visar således en ganska stor öfverensstämmelse med gonidierna i cephalodierna.

För att ytterligare framhålla, att konstant symbios icke är något så alldeles ovanligt, erinrar jag derom, att man i *Leguminosernas* rotknölar funnit exempel på, att en svamp kan konstant förekomma i en annan växt och der ge upphof till bildningar af vexlande form och storlek.

Det visar sig sålunda, att lafvarnes cephalodier ingalunda äro någon enstaka stående företeelse, utan att ganska talrika analoga fall iakttagits, och att särskildt cephalodiernas understundom konstanta uppträdande icke utgör bevis för, att de äro särskilda organer, jemförliga med groddknoppar.

* * *

Jag har förut nämt, att cephalodierna äro resultatet af ett tillfälligt sammanträffande af olika organismer; deras förekomst är sålunda att söka i företrädesvis lokala förhållanden. Det är likväl påtagligt, att algens närvaro och beröring med hyferna icke är enda vilkoret för cephalodiernas bildning. Mycket häntyder tvärtom derpå, att mellan lafven och algen förefinnas tillpassningsförhållanden, hvilkas betydelse icke får underskattas. På samma lokal som och tätt inblandade med cephalodieförande lafvar finnas nämligen ofta andra lafvar, hvilka såväl som de förra komma i beröring med den cephalodiebildande algen, men hos hvilka cephalodier likväl icke uppstå. Bland med cephalodier rikligt försedda *Stereocaula* förekomma ofta t. ex. *Cladonia*-arter, hos hvilka jag oaktadt noggrant sökande aldrig lyckats påträffa cephalodier. Vi ha vidare i det föregående funnit, att cephalodieförande lafvar icke bilda cephalodier vid beröring med annat än vissa bestämda alger. Detta torde visa, att mellan just dessa alger och lafven ett särskildt tillpassningsförhållande äger rum.

---

[1]) K. BRANDT: Ueber das Zusammenleben von Thieren und Algen (Botanisches Centralblatt. 1882. Band IX. N:o 5 s. 173).

[2]) O. HAMANN: Zur Entstehung und Entwicklung der grünen Zellen bei *Hydra* (Zeitschrift für wissenchaftliche Zoologie. Band XXXVII. Leipzig 1882. s. 457).

En närmare undersökning af cephalodierna torde möjligen lemna några synpunkter vid utredningen af lafvarnes fylogenetiska utveckling. Såsom förut är nämdt, förekomma cephalodier företrädesvis hos de *Archilichen*-slägten, som äga paralellslägten bland de med *Nostoc*-gonidier försedda lafvarne (*Phycolichenerna*) d. v. s. hos *Lobaria* (HOFFM.), *Nephroma* (ACH.) NYL., *Peltidea* (ACH.) NYL. och *Lecanora* [*Psoroma* (ACH.) NYL.], hvartill kommer, att cephalodierna hos dessa lafslägten alltid orsakas just af *Nostocaceer*. Med skäl kan man under sådane förhållanden fråga, om icke häri från descendensteorins ståndpunkt kan spåras ett drag af gemensamt stamförvandtskap och en sedermera i olika riktning gående fylogenetisk utveckling. Af intresse äro med afseende härpå de olikheter, hvilka vi ofvan funnit, att såväl cephalodierna som de normala gonidierna förete inom slägtet *Solorina* ACH. Hithörande frågor ligga emellertid på det hela taget utom detta arbete, om de också äga vissa beröringspunkter dermed. Till annat än lösa gissningar och hypotheser kan man föröfrigt ännu icke komma. Det är också först på sista tiden, som man börjat närmare beakta de egendomliga fenomen, hvilka DE BARY sammanfört under namn af mutualistisk symbios, och många frågor, som röra förklaringen af dessa fenomen, kan man först då hoppas finna besvarade, när de olika slagen af symbios gjorts till föremål för mer jemförande undersökningar, än som hittils varit och kunnat vara förhållandet.

Förklaring öfver använda förkortningar vid oftare citerade arbeten.

ACH. Lich. Suec. Prodr. — E. ACHARIUS: Lichenographiæ Seciæ Prodromus. Lincopiæ 1798.

ACH. Lich. Univ. — E. ACHARIUS: Lichenographia universalis. Gottingæ 1810.

ACH. Meth. Lich. — E. ACHARIUS: Methodus qua omnes detectos Lichenes secundum organa carpomorpha ad genera, species et varietates redigere atque observationibus illustrare tentavit. I—II. Stockholmiæ 1803.

ACH. Syn. Meth. Lich. — E. ACHARIUS: Synopsis methodica Lichenum. Lundæ 1814.

BABIK. Dével. des céphal. — M. BABIKOF: Du développement des céphalodies sur le thallus du lichen *Peltigera aphthosa* HOFFM. (Bulletin de l'Académie impériale des sciences de St.-Pétersbourg. T. XXIV. 1878. s. 548—59 samt Mélanges biologiques. X. s. 139—155).

BISCH. Term. u. Syst. — G. W. BISCHOFF: Handbuch der botanischen Terminologie und Systemkunde. I—II. Nürnberg 1833—44.

BORN. Recherch. Gonid. lich. — E. BORNET: Recherches sur les gonidies des lichens (Annales des sciences naturelles. Sér. 5. Botanique. Tome XVII. s. 45—110. Paris 1873).

DILL. Hist. musc. — J. J. DILLENIUS: Historia muscorum. Oxonii 1741.

NYL. Lich. Lapp. or. — W. NYLANDER: Prodromi Lichenographiæ Scandinaviæ supplementum. Lichenes Lapponiæ Orientalis (Notiser ur Sällskapets Pro Fauna et Flora Fennica förhandlingar. Ny serie. Femte häftet s. 99—192. Helsingforsiæ 1866).

NYL. Lich. Scand. — W. NYLANDER: Lichenes Scandinaviæ sive Prodromus Lichenographiæ Scandinaviæ (Notiser ur Sällskapets Pro Fauna et Flora Fennica förhandlingar. Femte häftet. Ny serie, andra häftet. Helsingforsiæ 1861).

NYL. Syn. Lich. — W. NYLANDER: Synopsis methodica Lichenum. Tomus primus. Fasc. I—II. Parisiis 1858—60.

REINK. Morph. Abhandl. — J. REINKE: Morphologische Abhandlungen. Leipzig 1873.

SCHWEND. Algentyp. d. Flechtengon. — S. SCHWENDENER: Die Algentypen der Flechtengonidien. Programm für die Rectoratsfeier der Universitæt. Basel 1869.

SCHWEND. Flechtenth. I. — S. SCHWENDENER; Untersuchungen über den Flechtenthallus (Beiträge zur wissenschaftlichen Botanik von CARL NÄGELI. Zweites Heft. s. 109—192. Leipzig 1860).

SCHWEND. Flechtenth. II. — S. SCHWENDENER: Untersuchungen über den Flechtenthallus. II. Laub- und Gallertflechten (Beiträge zur wissenschaftlichen Botanik von CARL NÄGELI. Drittes Häft. s. 127—198. Leipzig 1863).

SCHWEND. Flechtenth. III. — S. SCHWENDENER: Untersuchungen über den Flechtenthallus. II. Laub- und Gallertflechten (Schluss). (Beiträge zur wissenschaftlichen Botanik von CARL NÄGELI. Viertes Heft. s. 161—202. Leipzig 1868).

TH. FR. Beitr. Ceph. — TH. M. FRIES: Beiträge zur Kenntniss der sog. Cephalodien bei den Flechten (Flora 1866 N:o 2 s. 17—25).

TH. FR. Comment. Ster. et Pil. — TH. M. FRIES: De Stereocaulis et Pilophoris commentatio. Upsaliæ 1857.

TH. FR. Lich. Scand. — TH. M. FRIES: Lichenographia Scandinavica. I—II. Upsaliæ 1871, 1874.

TH. FR. Lich. Spitsberg. — TH. M. FRIES: Lichenes Spitsbergenses (Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar. Band 7 N:o 2. Stockholm 1867).

TH. FR. Monogr. Ster. et Pil. — TH. M. FRIES: Monographia Stereocaulorum et Pilophororum (Acta Regiæ Societatis Scientiarum Upsaliensis. Ser. III. Vol. II. Part. I. Upsaliæ 1858).

TUCK. Syn. North Am. Lich. — E. TUCKERMAN: Synopsis of the North American Lichens. Part I. Boston 1882.

TUL. Mém. Lich. — L. R. TULASNE: Mémoire pour servir à l'histoire organographique et physiologique des Lichens (Annales des sciences naturelles. Sér. 3. Botanique. Tome XVII. s. 1—128, 153—249. Paris 1852).

WALLR. Fl. Crypt. I. — F. G. WALLROTH: Flora Cryptogamica Germaniæ. I. Norimbergæ 1831. Äfven under följande titel BLUFF et FINGERHUTH: Compendium Floræ Germanicæ. Sect. II. Tom. III.

WALLR. Naturg. Flecht. — F. G. WALLROTH: Naturgeschichte der Flechten. I—II. Frankfurt am Main 1825—27.

WINT. Cephal. — G. WINTER: Lichenologische Notizen. I. Cephalodien von *Sticta* und *Solorina* (Flora 1877 N:o 12—13).

EXPLICATIO FIGURARUM.

Tab. I.

Fig. 1—2 Lecanora gelida (L.) ACH.

Fig. 1. (180). Sectio verticalis cephalodii *Stigonemate* incluso trichomata libera supra formante instructi.

Fig. 2. (250). *Stigonema alpinum* (KÜTZ.) KIRCHN. vel *St. pannosum* (KÜTZ.) KIRCHN. una cum *Lecanora gelida* (L.) ACH. crescens et cephalodia provocans.

Fig. 3 Lecidea consentiens NYL.

Fig. 3. (180). Sectio verticalis cephalodii coloniis algæ ad familiam *Nostocacearum* pertinentis instructi. Infra cellæ algæ emortuæ.

Fig. 4—5 Peltidea aphthosa (L.) ACH.

Fig. 4. (100). Sectio verticalis cephalodii juvenilis algis diversis aut specie aut gradibus evolutionis instructi.

Fig. 5. (70). Sectio verticalis *cephalodii epigeni* thallo *Peltigeræ* cujusdam persimilis.

Fig. 6 Nephroma arcticum (L.).

Fig. 6. (100). Sectio verticalis thalli *cephalodium immersum* et supra et infra strato gonidiali læte viridi determinatum includentis.

Fig. 7—9 Nephroma expallidum NYL.

Fig. 7. (80). Sectio verticalis partis inferioris thalli duobus cephalodiis instructi. *a* cellæ algæ hyphis modo inclusæ, *b* cellæ algæ strato corticali inferiore penetrato in stratum medullare nuper introiverunt.

Fig. 8. (100). Sectio verticalis thalli cephalodio juvenili instructi. Cellæ algæ stratum corticale inferius transeunt.

Fig. 9. (100). Sectio verticalis thalli *cephalodium immersum* includentis. Cellæ algæ strato corticali inferiore penetrato in strato medullari sese augere cœperunt.

Fig. 10 Lobaria amplissima (SCOP.).

Fig. 10. (100). Sectio verticalis thalli *cephalodium fruticulosum* erumpens includentis.

Tab. II.

Fig. 11—13 Lobaria amplissima (SCOP.).

Fig. 11. (100). Sectio verticalis thalli *cephalodium immersum* in strato medullari includentis.

Fig. 12. (100). Sectio verticalis thalli cephalodio in margine instructi.

Fig. 13. (400). Gonidia cephalodii post culturam in aëre humecto in *Polycoccum punctiformem* KÜTZ. transformata.

Fig. 14—15 **Lecanora (Psoroma) hypnorum** (HOFFM.) ACH.

Fig. 14. (100). Sectio thalli ex granulis gonidia viridia et ex granulis gonidia glaucescentia (i. e. cephalodiis) includentibus constantis. Granula gonidiis glaucescentibus instructa thalli *Pannariæ* immixtæ partes fortasse sunt. Vide p. 56 et sequ.

Observandum est, gonidia lapsu lithographico in interstitiis telæ hypharum interdum non esse collocata.

Fig. 15. (60). Sectio apothecii excipulo thallode gonidia viridia includente instructi. In strato corticali gonidia glaucescentia cephalodium sistentia observantur.

Fig. 16. (350). Sectio strati corticalis (excipuli) et infimæ partis strati gonidialis apothecii. Coloniæ algæ et cephalodia in diversis evolutionis gradibus inter hyphas observantur.

Fig. 17. (120). Coloniæ algæ glaucescentis inter hyphas, *pseudocephalodia* formantes, et granula thallina, gonidia viridia includentia.

Fig. 18. (50). Pars crustæ gonidia viridia et gonidia glaucescentia includentis.

Fig. 19—20. (300). Granula thallina juvenilia, gonidia viridia includentia.

Fig. 21—23. (300). Cellæ algæ viridis liberæ vel hyphis plus minus cinctæ.

Fig. 24. (120). *Pseudocephalodium* juvenile vel pars crustæ *Pannariæ*.

Fig. 25. (300). *Polycoccus punctiformis* KÜTZ. una cum *Lecanora hypnorum* (HOFFM.) crescens.

Fig. 26 **Solorina saccata** (L.) **v. spongiosa** (SM.).

Fig. 26. (300). Cellæ algæ viridis hyphis cinctæ et granula juvenilia thallina formantes (?).

Fig. 27 **Lecidea panæola** ACH.

Fig. 27. (120). *Cephalodium granuliforme, Glœocapsa Magma* (BRÉB.) KÜTZ. provocatum, quod crusta penetrata stratum corticale et gonidiale perrupit.

Color *Glœocapsæ* in figura non plane naturalis et hyphæ sub cephalodio magis degeneratæ.

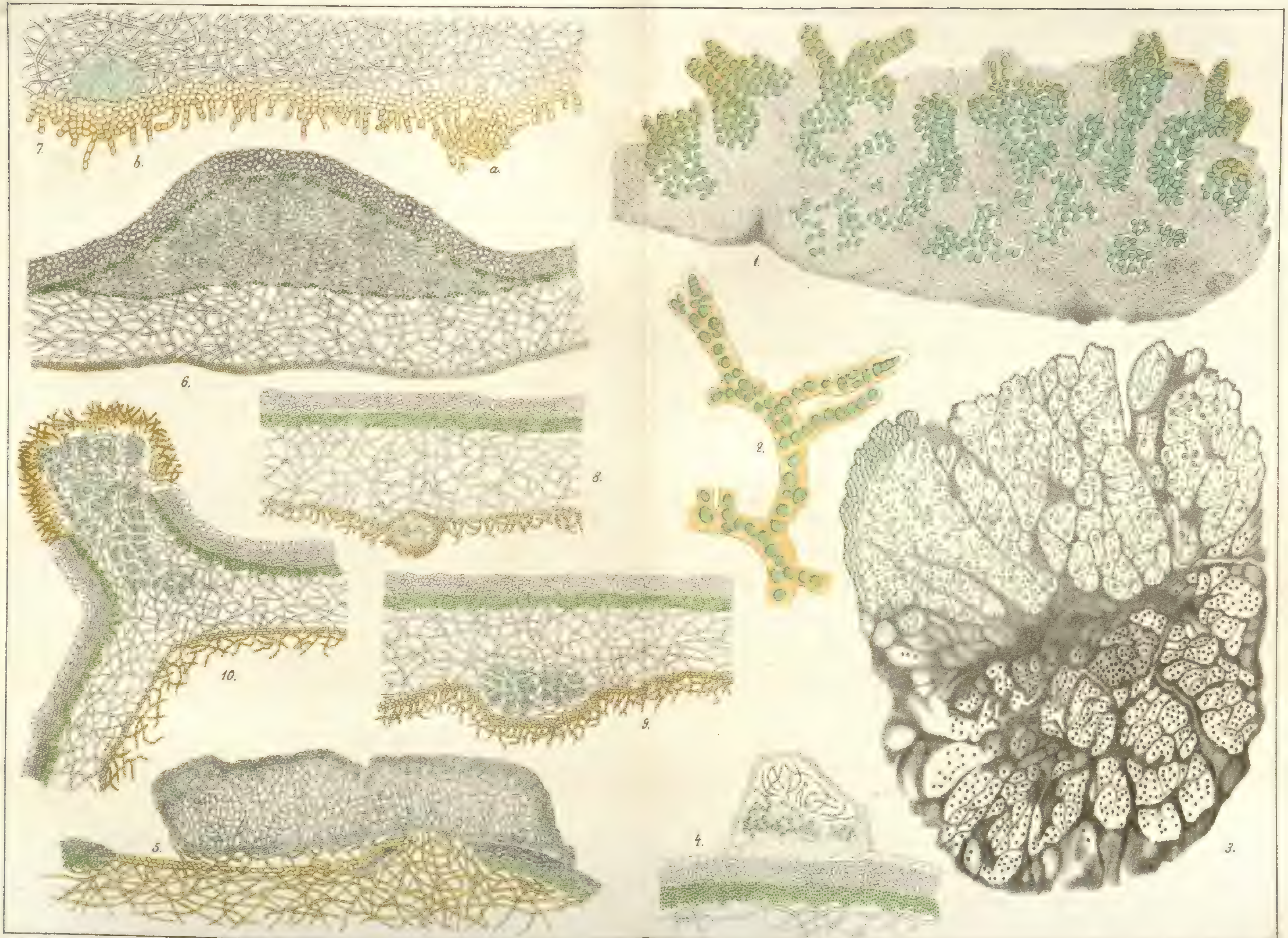
◆

RÄTTELSER OCH TILLÄGG.

Sid.	15	r. 4 u.	*står:*	1870	*läs:*	1871
»	20	r. 9 n.	»	de	»	de båda slagen af cephalodier
»	27	r. 14 n.	»	BAMCHENBERGER	»	RAUCHENBERGER
»	41	r. 15 u.	»	Vornconveris	»	Vancouvers ö
»	47	r. 2 n.	»	1874	»	1873
»	74	r. 11 u.	»	Oahu	»	Oahu (Ins. Sandwichs. leg. MANN)
»	80	r. 4 u.	»	— 2	»	2 —
»	»	r. 5 u.	»	1 —	»	— 2
»	»	r. 7 u.	»	59 11	»	60 10
»	85	r. 17 u.	»	ZWACK	»	ZWACKH
»	89	r. 11 u.	»	orten för deras uppkomst	»	deras läge
»	96	r. 5 n.	»	cephalodierna	»	barklagret
»	112	*tillägges:*				

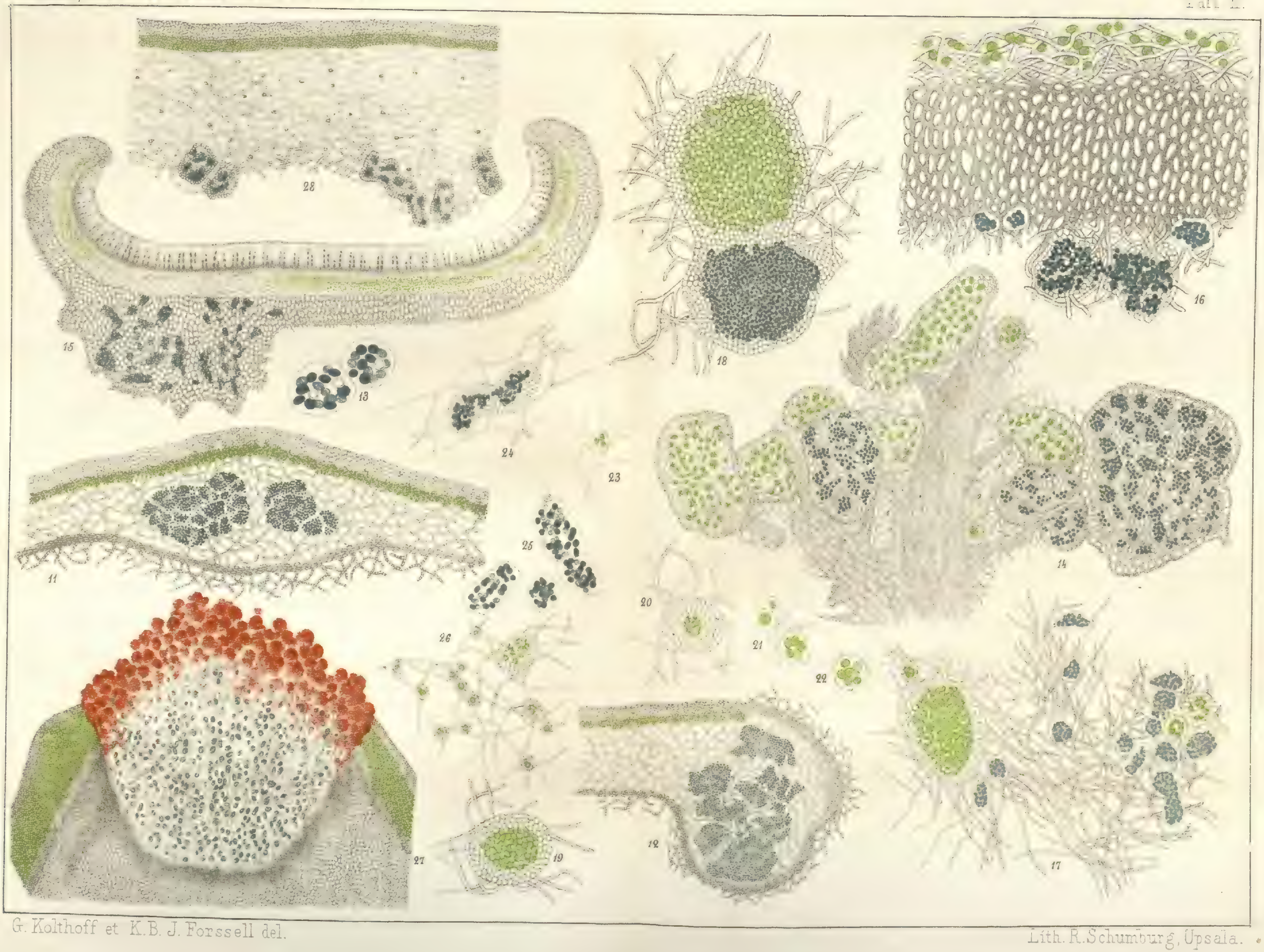
Fig. 28 **Peltidea venosa** (L.)

Fig. 27. (100). Sectio thalli *cephalodiis thalloideis* infra instructi.


7.
b.
a.
6.
1.
2.
8.
10.
9.
5.
4.
3.

G. Koltnoff et K.B.J. Forssell del.

[illegible] Upsala.


28
15
13
24
23
11
25
26
27
19
12
18
16
14
20
21
22
17

G. Kolthoff et K. B. J. Forssell del.

Lith. R. Schumburg, Upsala.

SALEM, MASS.

9/11 '85

BIHANG

TILL

KONGL. SVENSKA VETENSKAPS-AKADEMIENS

HANDLINGAR.

ÅTTONDE BANDET.

Häfte 2.

INNEHÅLL.

Sid.

8. TIGERSTEDT, R. und WILLHARD, A. Die Muskelzuckung in ihrer Abhängigkeit von der Stärke elektrischer Reizung. M. 3 Tafeln 1—20
9. LINDSTRÖM, G. Index to the generic names applied to the Corals of the palæozoic formations .... 1—14
10. KLERCKER, C. E. DE. Recherches sur la dispersion prismatique de la lumière. Second Mémoire. Avec 2 planches .... 1—36
11. AURIVILLIUS, C. W. S. Eine Anguillulide aus der Schneefauna Spitzbergens. Mit 1 Tafel .... 1—15
12. LUNDGREN, B. Bemerkungen über die von der schwedischen Expedition nach Spitzbergen 1882 gesammelten Jura- und Trias-Versteinerungen. Mit 2 Tafeln .... 1—22
13. ARRHENIUS, S. Recherches sur la conductibilité galvanique des électrolytes. I. La conductibilité galvanique des solutions aqueuses extrêmement diluées, determinnée au moyen des depolarisateurs. Avec 1 planche 1-63
14. ARRHENIUS, S. Recherches sur la conductibilité galvanique des électrolytes. II. Théorie chimique des électrolytes........ 1—89
15. FUCHS, TH. Ueber die von A. G. NATHORST in Spitsbergen gesammelten Tertiärconchylien .... 1—11
16. TIGERSTEDT, R. Zur Kenntniss der Einwirkung von Inductionsströmen auf die Nerven. Mit 2 Tafeln .... 1—45
17. TIGERSTEDT, R. Ueber den kleinsten subjectiv merkbaren Unterschied zwischen Reactionszeiten........ 1-31
18. WILLE, N. Bidrag till Sydamerikas Algflora. Med 3 taflor........ 1—64
19. ÅNGSTRÖM, K. Un nouveau géothermomètre. Avec 1 planche... 1—10
20. BORENIUS, G. Eine allgemeine Form der Wurzeln einer beliebigen algebraischen Gleichung .... 1—11

Titelblad och innehållsförteckning till 8:e bandet.

Pris: 13 kronor.

STOCKHOLM, 1884. P. A. NORSTEDT & SÖNER.

BIHANG TILL K. SVENSKA VET.-AKAD. HANDLINGAR. Band. 8. N:o 4.

SKELETTDELAR AF HVAL

INSAMLADE

UNDER EXPEDITIONEN MED VEGA 1878—1880.

BESKRIFNA AF

A. W. MALM.

◆

STOCKHOLM, 1883.
KONGL. BOKTRYCKERIET.
P. A. NORSTEDT & SÖNER.

1. Inledning.

Af A. E. NORDENSKIÖLD.

Under Vegas färd från Jugor Schar till Beringön, längs Asiens norra och nordöstra kust sågo vi icke till några hvalar, oaktadt en del af denna färd gick öfver Ishafvet norr om Beringssund, i hvilket hvalfångsten under de senare årtiondena kanske varit rikare än i något annat af norra halfklotets haf. Ej heller har jag sett några hvalben hvarken på de ställen af Karahafvets kuster, der jag landat, vid Kap Tscheljuskin eller på den i mynningen af Chatangabugten belägna Preobascheni-ön. Deremot funnos benlemningar efter hval i riklig mängd bland de gamla hustomterna på Irkaipij (Cook's North Cape) och på alla de längre österut belägna ställen af Siberiens kust, som af oss besöktes.

För att kunna lemna åtminstone något bidrag till kännedom om dessa trakters hval-fauna, begagnade jag det rikliga utrymme, som förefanns, på Vega sedan större delen af vårt kolförråd blifvit förbrukadt, att hemföra en mängd hvalben från ifrågavarande trakter. Dessa ben lemnades efter hemkomsten till bearbetning åt vår numera aflidne utmärkte hvalkännare Professor MALM. Beklagligen förunnades det honom icke att afsluta arbetet. Endast dess rent deskriptiva del var vid hans oförmodade frånfälle tryckfärdig och det är denna som här offentliggöres.

De här beskrifna benen härröra från följande fyndorter:

1) Stranden närmast Vegas vinterqvarter, mellan de ej synnerligen långt från hvarandra belägna platserna Jinretlen, Pitlekay och Ryraitinop.

2) Nunamo, en by belägen vid St. Lawrence Bay på Asiatiska sidan af Beringssund.

3) Beringön.

De få hvalben, som hemfördes från de 2:ne sistnämnda ställena, härröra tydligen från hvalar, dödade under den nutida fångstperioden. Annorlunda förhåller det sig deremot enligt all sannolikhet med de hvalben, som hemförts från trakten af vårt vinterqvarter. Antagligen voro dessa till största delen *subfossila*. Jag torde derför med några ord böra redogöra för deras förekomstsätt.

Till en början får jag då nämna, att vi under Vegaresan icke träffade några betydande lemningar efter de forntida djur, Mammut, noshörning m. m., som ansetts mest karakteristiska för den Nordsiberiska tundran och för öarne i Ishafvet. Visserligen tillbytte jag mig af tschuktscherna några mindre mammutbetar, som infödingarne sade sig hafva funnit i det inre af landet, och fragment af betar upphemtades, jemte vattendränkta, rullade träbitar, vid draggningarne i Ishafvet utanför Lenas och Kolymas mynningar. Oaktadt upprepade förfrågningar kunde jag ej heller af infödingarne (hufvudsakligast kustschuktscher) få några andra hithörande upplysningar än den, att en mammutbet skulle sticka fram ur jorden 20 à 30 kilometer från hafskusten på östra stranden af en liten elf, hvilken upprinner på Taffelberget och utfaller i hafvet mellan Pitlekaj och Ryraitinop, äfvensom att skelettdelar af ett ofantligt stort landtdjur skulle förekomma på ett par ställen i grannskapet af renschuktschen Jettugins dåvarande tältplats, belägen ungefär 18 kilometer söder om sagda berg 1). Det var dock först några dagar innan Vegas befrielse, som renschuktscher berättade mig detta — och jag hann derför ej besöka stället. Af tschuktschernas berättelser framgick det emellertid, att endast några få benlemningar förefunnos på dessa sträckor, icke några rikligare bensamlingar.

Att benlemningar efter Mammut förekomma i så ringa mängd på den asiatiska sidan af Beringssund, är så mycket märkligare, som mammutben funnits i så riklig mängd på den amerikanska sidan vid stranden af Eschscholz bay 2).

Deremot träffades, såsom redan är nämndt, hvalben i riklig mängd längs kusten öster om Irkaipij. Dessa förekommo

---

1) Jemför kartan. Vegas färd, II. s. 16.

2) Jemför KOTZEBUES Entdeckungs-Reise, Weimar 1821, I. s. 146. II. s. 170. BEECHEY Narrative of a Voyage to the Pacific and Bering straet 1825—28. London 1831. II. Appendix. DALL.

dock icke i det inre af landet, utan tycktes vara uteslutande bundna vid den sandvall eller sanddyn, som framgår längs kusten.

Såväl terrängförhållandena i land som djupförhållandena i hafvet äro ganska egendomliga i grannskapet af denna del af Siberiens nordkust. — Sjelfva ishafskusten bildas, åtminstone på sådana ställen, der floder ej utmynna, oftast af en ganska bestämdt begränsad, några meter hög och föga bred sandvall. Utanför har det af drifisblock ständigt uppmuddrade hafvet redan på ett obetydligt afstånd från stranden ett djup af 4 till 5 meter. Derpå vidtager vanligen en parallelt med kusten gående mindre djupt liggande sandbar eller smal undervattensbank. Längre ut tilltar djupet åter hastigt och jemnt till 20 meter och derutöfver.

Innanför strandvallen vidtager en låg utmed stranden fortlöpande slätt, som närmast kusten är upptagen af vidsträckta laguner eller grunda söt- eller saltvattendammar, hvilkas yta endast ligger några få fot öfver hafsytan. Det högre belägna landet, en undulerande slätt med en höjd öfver hafvet af öfver 20—50 meter, börjar först på ett afstånd af några tiotal kilometer från kusten. På åtskilliga ställen gå dessutom berguddar ut till hafvet, hvilka ofta äro söndersplittrade i ruinlika vallar och pelare. Om vintern är strandvallen så snöhöljd att man knappast kan skilja densamma från istorosser, som i långa, oftast med strandlinien parallela rader, omgifva kusten. Man tar derför nu lätt den innanför sanddynen liggande slätten för en fortsättning af hafvet, och man är derför, såsom föregående ishafsfarare framhållit, under slädfärder längs kusten ofta oviss, om man befinner sig på hafsisen eller i land.

Den vall, som framgår längs kusten, är bildad af en jemnfin sand, utan inblandning af gröfre grus eller lera. Vattnet silar sig obehindradt genom denna sand. Den är derför ej vattendränkt om hösten och ej af is hopbunden om vintern. Om sommaren är den täckt med en gles växtmatta, nästan uteslutande bildad af Elymus mollis R. Br., hvars vidt utbredda rötter binda sandens yta. Sjelfva dynen är 50 till 100 meter bred, sällan öfver 7 meter hög, och den hvilar ungefär vid hafsytan på ett hårdt fruset sandlager innehållande såväl småsten som lera. Detta frusna sandlager sträcker sig såväl långt under hafvet[1]) som långt emot land och står sannolikt i samband med Siberiens »frostformation», öfver hvilken MIDDENDORFF lemnat oss så intressanta skildringar.

---

[1]) Jemför Vegas färd kring Asien och Europa. II. s. 65.

Vid Vegas vinterqvarter träffades hvalbenen hufvudsakligast dels i dynsanden, dels mellan dynsanden och det underliggande frusna gruslagret.

För att få reda på de arter, som här förekomma, undersökte Dr KJELLMAN och jag, åtföljda af några man med spett och spadar, alla de benbitar som träffades i dagen, eller som kunde upptäckas nära dynsandens yta på en sträcka af omkring 4 kilometer å ömse sidor om tältplatsen Pitlekaj. Ensamt antalet af nackben, som förekommo på denna sträcka, utgjordes af 30 stycken. Ungefär hälften af dessa tillhörde en art, stående nära eller identisk med Balaena Mysticetus. De öfriga tillhörde Rachianectes glaucus. Derjemte förekommo några ben af mindre hvalarter, men bland de otaliga ben vi granskade, och af hvilka stora massor hemfördes, kunde vi ej igenkänna ett enda Mammutben och ej heller några ben af Rhytina. Ofta lågo ben, som tydligen tillhört samma djur, t. ex. en hel rad kotor och refben jemte ben af extremiteterna tillsammans, stundom t. o. m. hopbundna med ligamenter. Ett skelett tillhörande B. Mysticetus var ännu delvis täckt af hud, hvarjemte högrödt, nästan friskt kött häftade vid de delar af detsamma, som voro fastfrusna i marken. Detta skelett låg på ett ställe, der dynsanden nyligen blifvit bortsköljd, hvarigenom den underliggande grofsanden blifvit blottad. Tschuktscherna försäkrade, att något hvaldjur ej strandat här i mannaminne. Ifall, såsom jag är öfvertygad om, hvalbenen vid Pitlekaj äro subfossila, har man här ett sidostycke till »mammutmumierna», ehuru från en vida senare geologisk tidsperiod. Jemte hvalbenen lågo talrika, tydligen från Tschuktschernas fångst härrörande ben af hvalross och olika sälarter strödda på stranden. Men dessa ben förekommo endast på dynsandens yta ej *uti* dynsanden eller på gränsen mellan denna och den underliggande frusna grofsanden. De voro oftast, oaktadt de ej legat ett tiotal år öfver jorden, mer vittrade än de hvalben, som uppgräfdes ur sjelfva dynsanden.

I början trodde jag att de här förekommande hvalbenen utgjorde lemningar af hvalar som under senare tider drifvit i land, men då jag, sedan snödrifvorna längs stranden bortsmält, närmare undersökt benens förekomst visade det sig dock att detta endast undantagsvis kunde vara fallet. Endast få hvalben lågo nämligen på sjelfva strandvallen och då tydligen under förhållanden, som angåfvo, att de ganska väl kunde blifvit qvarliggande på detta ställe genom den öfverliggande dynsandens bortsköljning; de allra flesta ben lågo under dynsanden, isynnerhet mellan denna och det gröfre frusna gruset. De *nyblottade* benen voro aldrig rullade och nötta och buro icke några märken efter huggjern eller bearbetning af menniskohand, hvilket deremot i regeln var fallet med de ben, som genom dynsandens bortsköljning legat blottade en längre tid. Alla dessa omständigheter tala tydligen derför, att man här har att göra med ben af hvalar, som lefvat i dessa haf under eller före den tiden, då sanddynen bildades.

För att få reda på det sätt, på hvilket dynbildningen försiggår vid tschuktscherhalföns nordkust, anstäldes under vår öfvervintring en mängd lodningar mellan fartyget och land. Dessa lodningar visa att en sandbar äfven nu framgår längs stranden. Djupet från denna bar tilltager regelbundet så väl utåt som inåt och om kusten åter höjde sig 20 till 30 fot så skulle denna sandbar bilda den nya stranden och innanför den skulle en ny lagun uppstå ungefär af samma beskaffenhet som de laguner, hvilka nu gifva det härvarande kustlandet sin prägel. Då nordanstormarne om hösten drifva den i det egentliga polarhafvet bildade isen ned mot kusten, så strandar en mängd grofva isblock på denna sandbar ursprungligen tillkommen, liksom dylika bildningar i sydligare haf, genom vågsvallets inverkan. Dessa isblock bilda en fördämning, som står qvar långt in på sommaren och föranleder att den sand, som vårflödet för med sig, ytterligare hopas längs fördämningens kant.

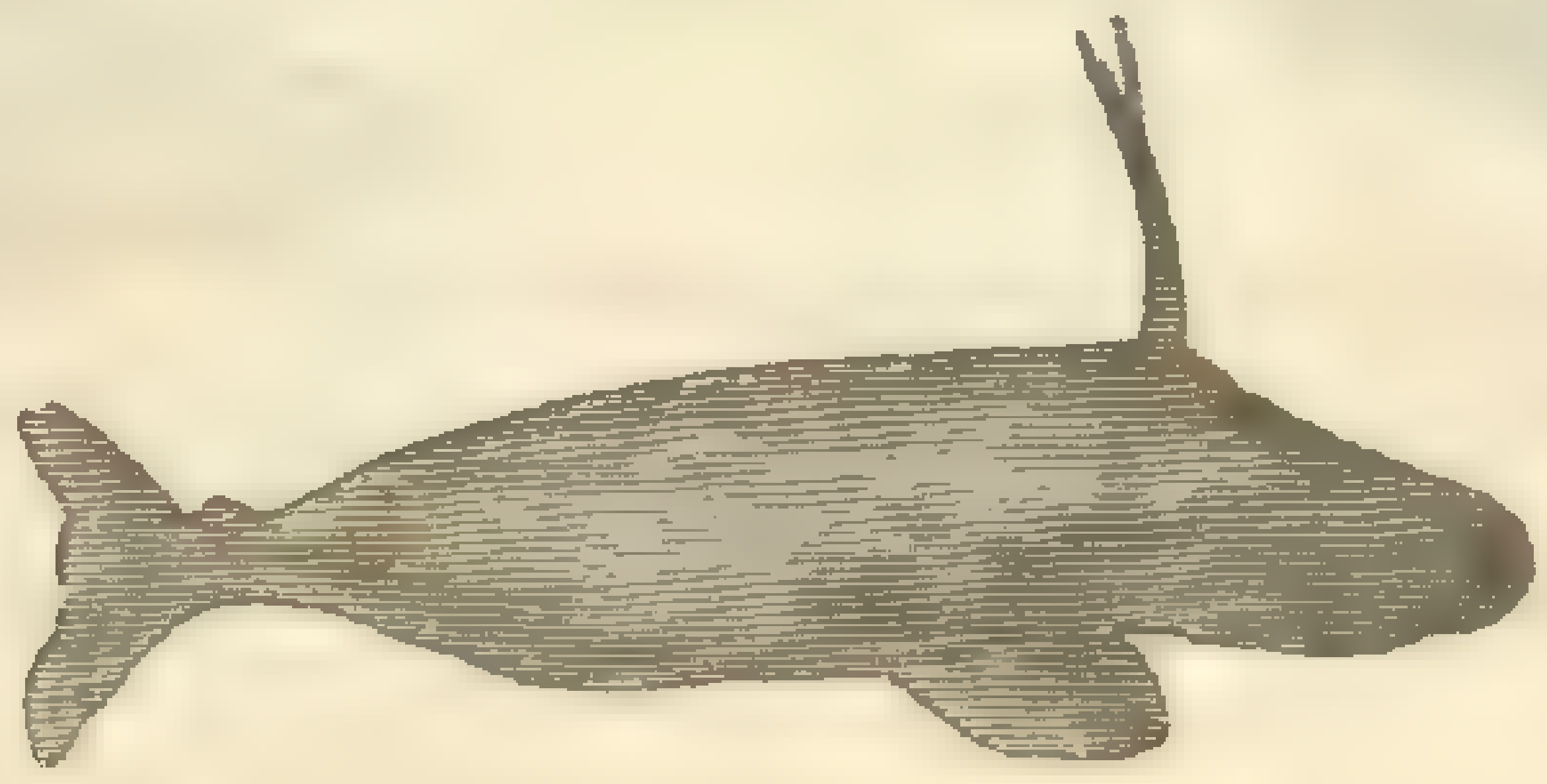
De dyner och laguner, som vi nu se längs kusten, hafva sannolikt bildat sig på samma sätt — och de hvalben som träffas i dem äro lemningar af döda hvalar som kringflutit på hafvet och strandat vid denna sandbar, medan dess yta låg några meter *under* hafsytan. För det närvarande ligger högsta punkten af sanddynen 4 till 8 meter öfver hafsytan. Sedan dessa hvalben blifvit inbäddade i sanden har landet således antagligen höjt sig 10 till 20 meter.

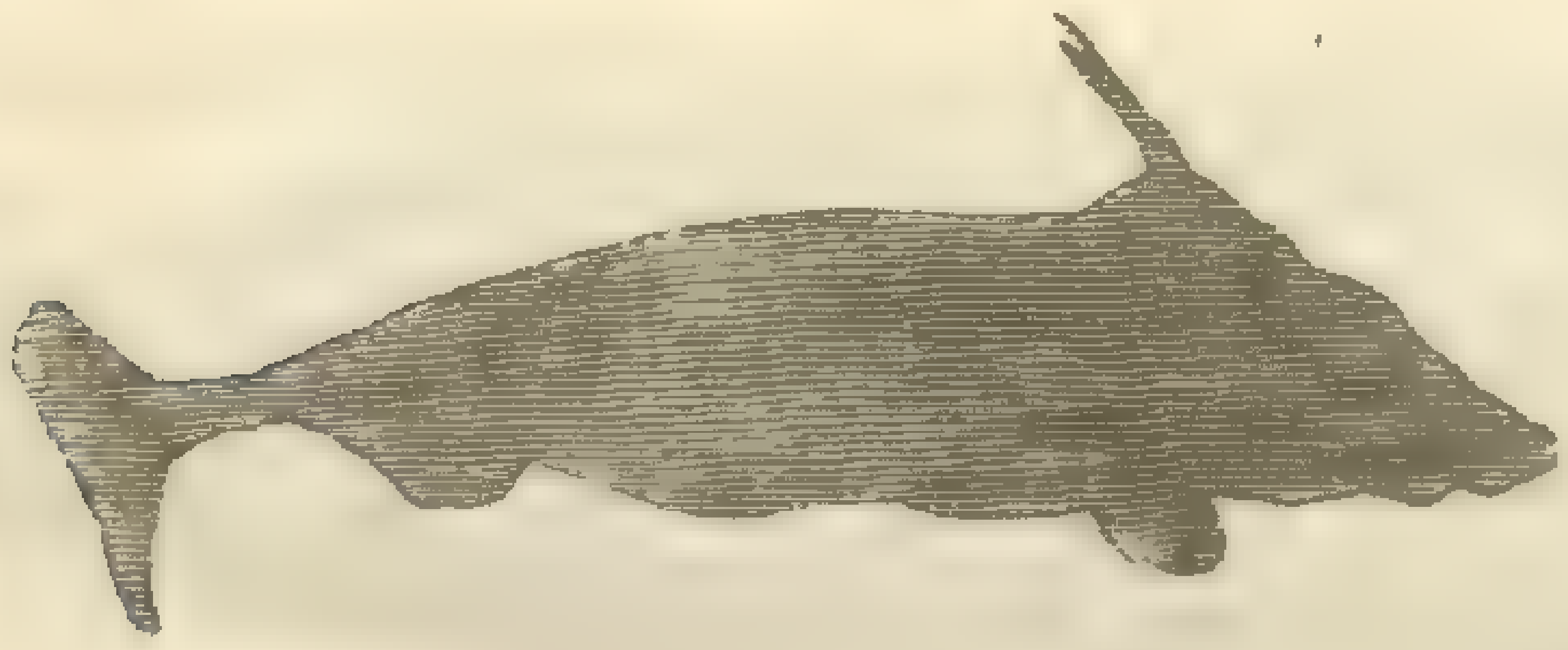
Huru lång tid som åtgått härtill är naturligtvis omöjligt att ens ungefärligen ange. Det är dock tydligt att dessa hvalben härröra från en vida senare tid än de mammutrester som träffas i tundrans och Nysiberiska öarnes lösa jordlager.

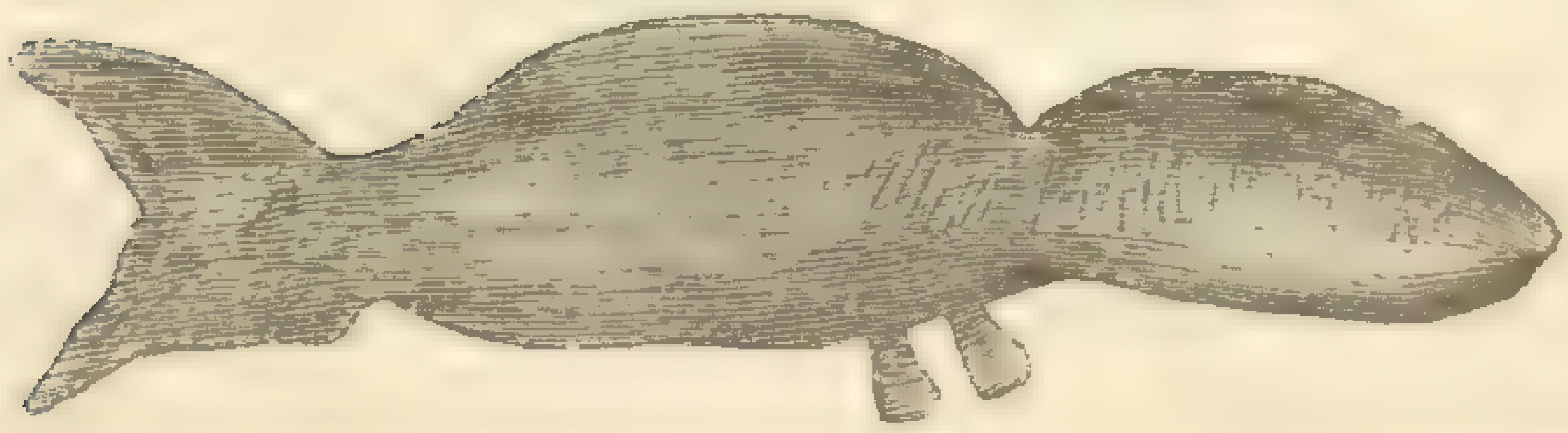
Märkligt är äfven att hvalbenen tyckas vara uteslutande bundna vid sanddynen. Längre inåt landet träffas icke några hvalben och på slätterna mellan lagunerna strax innanför dynen har jag icke sett ett enda nackben eller några djupare i jorden liggande ryggkotor. De få kotor som någongång ligga här på sjelfva gräsvallen eller i dess yta, hafva sannolikt blifvit tillfälligtvis ditförda. Skulle framtida noggrannare undersökningar visa att hvalben alldeles icke förekommit på lågslätterna ett stycke innanför kusten så skulle detta visa att östra delen af Siberiska hafvet först mycket nyligen kommit i samband med Stilla hafvet.

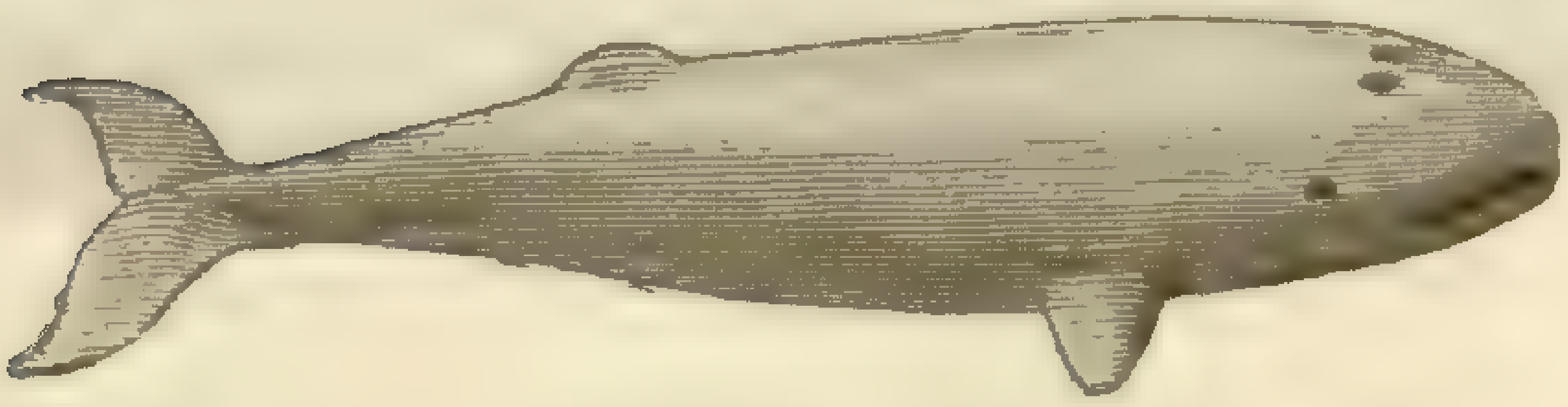
Medan eskimåerna någon gång lyckas att från sina kajakker harpunera och döda äfven stora hvalar, idka Tschuktscherna icke någon hvalfångst, om jag undantager att de kanske någon gång lyckas döda en hvitfisk eller någon annan mindre hvalart. Deremot utgöra de hvalben som träffas på stranden för tschuktscherna ett vigtigt råmaterial till allehanda husgerådssaker. Att döma af de gräfningar, som vi anstälde i Onkilonfolkets gamla hustomter vid Irkajpij, begagnade detta af tschuktscherna utrotade folk likaledes hvalben vid uppförande af hus och tält, och till allehanda husgerådssaker. Vid Nunamo, söder om Beringssund var tältbeklädnaden af sälskinn nedtill spänd öfver hvalrefben och hvalunderkäkar, hvilka voro inslagna i marken som pålar. Dessa voro upptill förenade med ribbor af hvalben, från hvilka gingo andra ribbor af samma slags ben eller ock af hvalbarder till tältspetsen, och slutligen var dukens kant belastad med massor af stora tunga ben för att hindra blåsten att föra upp tältduken från marken. Elfva hvalskulderblad voro sålunda använda kring ett enda tält. Dessutom begagnades i brist på drifved trandränkta hval- och sälben till bränsle vid kokning i det fria under sommaren; ett stort böjdt hvalben var ställdt som en båge öfver eldstaden för att tjena som grythållare; hvalkotor begagnades som mortlar; med hvalskulderblad spärrades ingången till späckkällarne; urholkade hvalben användes till lampor; bardskifvor eller stycken af underkäkar och af de rakare refbenen till skoning på släderne, till spadar och ishackor; med bardfibrer hopfogades redskapens olika delar o. s. v. På samma sätt användes hvalben af innevånarne på St. Lawrence-ön hvars sydöstra udde skall vara nästan täckt med ben af sjödjur, förmodligen till väsentlig del hvalar.

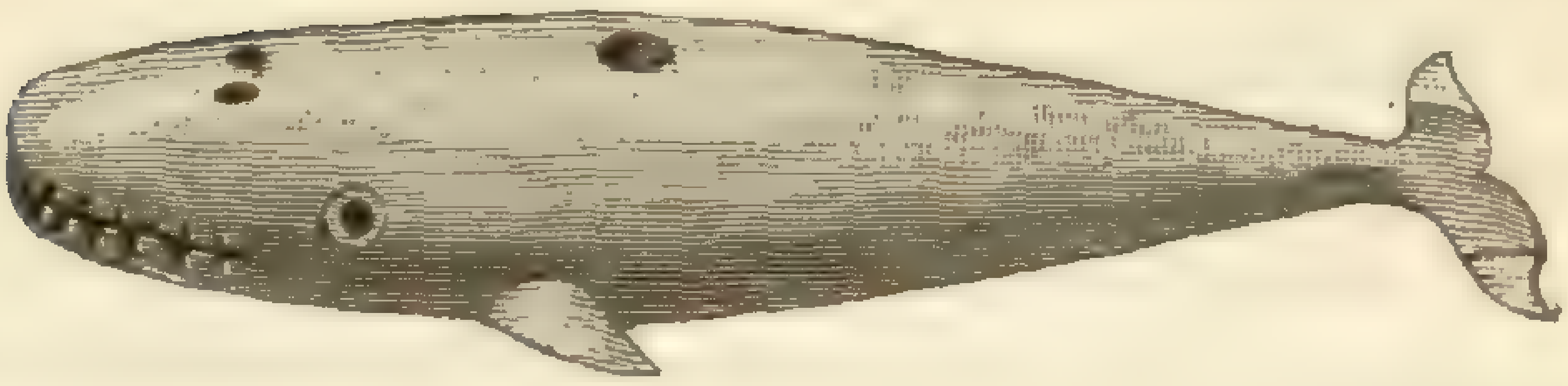
Tschuktscherna förfärdiga liksom Eskimåerna en mängd sniderier af hvalben och hvalrosständer, och hvalar finnas återgifna i de bensniderier och grofva teckningar, som jag under Vegas uppehåll i trakten af Beringssund insamlat. De flesta af dessa bilder och teckningar finnas visserligen redan återgifna i »Vegas färd kring Asien och Europa», men då en eller annan af dem torde kunna vara till gagn vid studiet af denna svåråtkomliga djurgrupp skall jag här lemna en sammanställning af några af de hvalbilder jag sålunda erhållit.

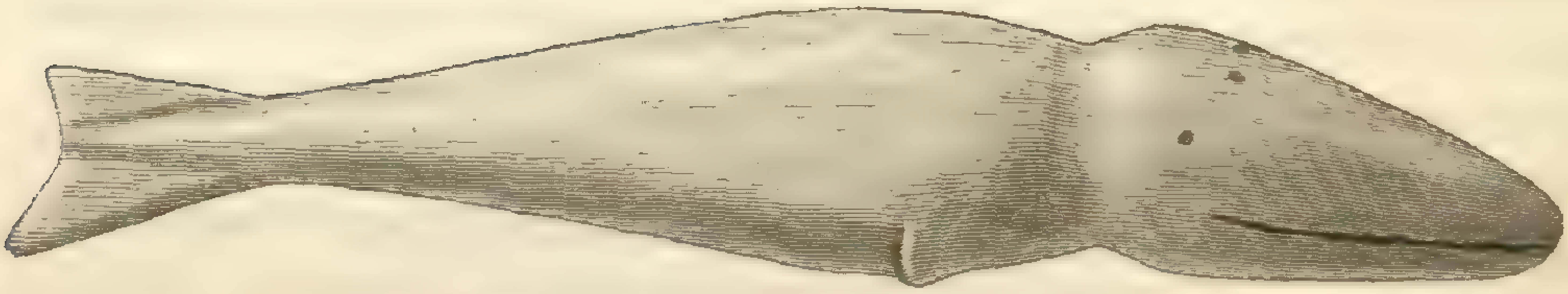


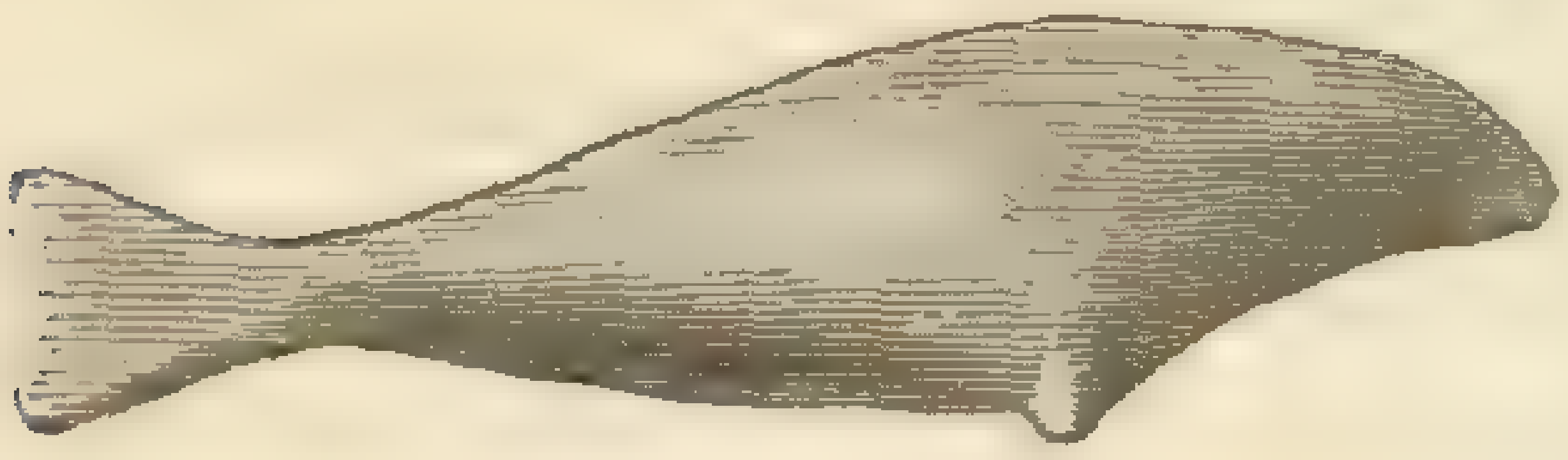


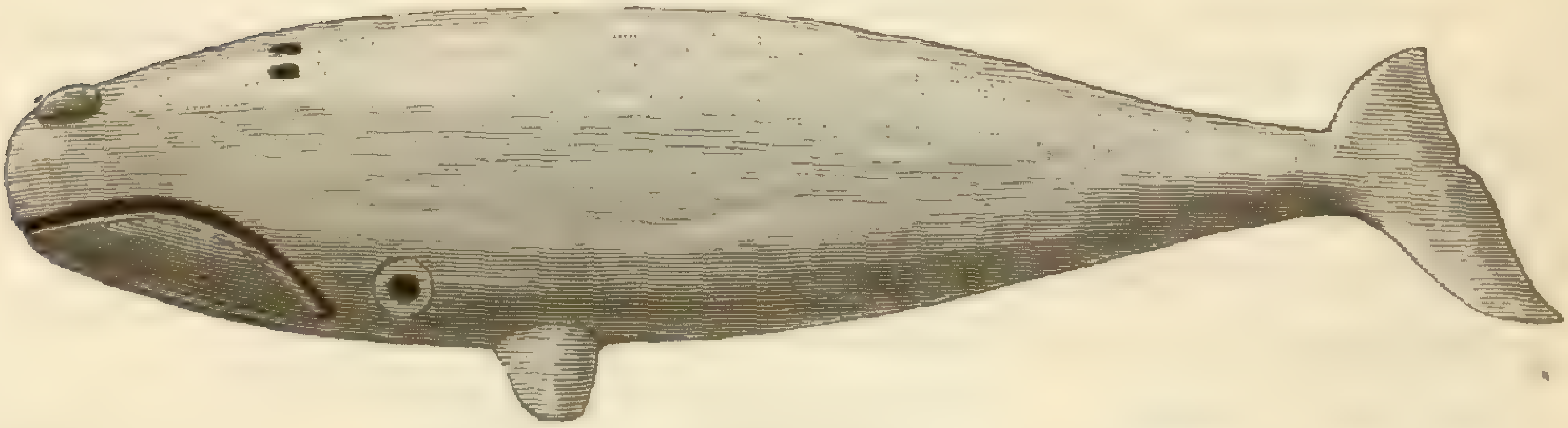












2. Förteckning och beskrifning på de insamlade hvalbenen.

Af **A. W. MALM.**

Beluga catodon

forma Krascheninkowii MALM.

Bélugan har sedan lång tid tillbaka varit bekant för Europas naturforskare såsom förekommande äfven i de nordligaste farvattnen mellan Asien och Amerika; men få äro väl de museer, som ega något hithörande material från dessa trakter. Det var derför med särskildt intresse som jag fann att ett kranium förelåg i Vegasamlingen, hemfördt från Pitlekaj. Underkäken fattas äfvensom tänderna; men skallen är för öfrigt i så godt skick, att vi förutom beskrifningen ansett oss böra lemna nedanstående afbildningar af densamma, utförda efter fotografier.

STEPHAN KRASCHENINKOW, som för mer än hundra år sedan besökte dessa trakter, har, i sin Beschreibung des Landes Kamtschatka, Ubersetz von J. T. KÖHLER (1766) 1780, genom sina iakttagelser på »Bélonge de mer» kommit till den åsigt, att den, som förekommer i Ochotska hafvet väl kan utgöra ett från den grönländska hvitfisken skildt species.

PALLAS anser att den, som förekommer i Obiska viken, är samma art som den grönländska. Den förre har han beskrifvit i Tobolsk efter ett hufvud samt efter ett ungt exemplar, hvilka SOUIEF bringade honom den 12 Juli[1]).

MIDDENDORFF såg arten i så stor mängd vid sydkusten af Ochotska hafvet, att minst 1000 på sex timmar drogo förbi i flockar, den ena efter den andra, af 10—30 stycken[2]).

C. M. SCAMMON såg under sommaren 1862, större eller mindre flockar i Ochotska hafvet utmed kusten af Östra Sibirien, i Plover bay, lat. 64° 26′, long. 173° 07′ W, i september 1865, äfvensom på samma tid och ställe det följande året, samt i Norton Sound i Sept. 1865. Man lyckades ej att fånga något enda exemplar; men en skiss togs utaf ett, som kom långskepps, hvilken han säger stämde öfverens med beskrifningarne på dem, som förekomma i »Arktiska Oceanen»[1]).

---

[1]) Voyages du Prof. PALLAS .... troduits par GAUTHIER de la PEYRONIE nouv. edit., Revue par LAMARCK, Tom 5, pag. 192—197.

[2]) MIDDENDORFF, Sibirische Reise, Zool. 2, s. 122.

Gray anför i sina kataloger 1850 och 1866, att ett kranium från Eschscholtz bay, Behringssundet, förekommer i British Museum. Den föreliggande litteraturen omtalar ej något mer material från den trakten, hvarken i museum i Europa eller Amerika. Enligt samme författare, Cat. 1866, p. 309, uppnår arten derstädes sällan öfver 15 fot.

Scammon har, såsom förut blifvit nämndt, efter iakttagelser från skeppsbord haft anledning att tala om *Beluga* i nordligaste delen af Stilla Oceanen, men, då han ej till Cope medfört det ringaste material derifrån, har denne i sina uppsatser l. c., 1865 och 1869 begagnat sig af tillfället att i stället efter en del material från »the Arctic Seas», förmodligen alltsammans från Baffins bay och dess omnejd uppställa åtskilliga arter af slägtet, hvilka han, jemte *B. catodon*, håller för goda. Dessa hans arter äro: *B. rhinodon*, *B. declivis*, *B. angustata* och *B. concreta*, hvartill kan läggas den »art» från angränsande haf, som Wyman förstnämnda år beskrifvit under namnet *B. canadensis*. Gray antager att allesammans troligen äro »varieties of *B. catodon*, showing that the attachment of the cervical vertebræ, the number of ribs, and the form of the acromion are liable to vary»[2]). Jag borde väl derför ej härstädes anfört något om dessa species; men, då jag finner dem vara grundade på dels olika kön och dels på individer af olika åldersstadier eller ock på en och annan individuel afvikelse hos somliga skelettdelar, vill jag här hafva uttalat min mening om dessa »species»; isynnerhet som naturhistoriska museet i Göteborg i flera fall eger liknande material från Spetsbergen. Sålunda föreligger ett kranium från Spetsbergen af *samma* storlek som det från Baffins bay, hvilket Cope l. c. s. 24 afbildat och beskrifvit. Det spetsbergska är utaf en ung hane; och vid granskning af Copes nämnda afbildning och beskrifning af hans *B. rhinodon*, finner man genast, att såväl den ena som den andra äro utförda efter likaledes en ung hane. Derom vittna bland annat de på nosen breda intermaxillarbenen. Att nosen med åldern blir mer utdragen, derom kan en och hvar öfvertyga sig, som har tillgång till ett större material. Har man tilläfventyrs ej tillgång till ett sådant af *Beluga*, så kan man lätt förvärfva sig ett tillräckligt upplysande utaf *Phocæna Linnéi*, eller utaf hvilken som helst utaf våra allmännaste däggdjurarter.

---

[1]) Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, 1869. pag. 57.

[2]) Gray, J. E., Supplement to the catalogue of Seals and Whales in the British Museum, London 1871, sid. 94.

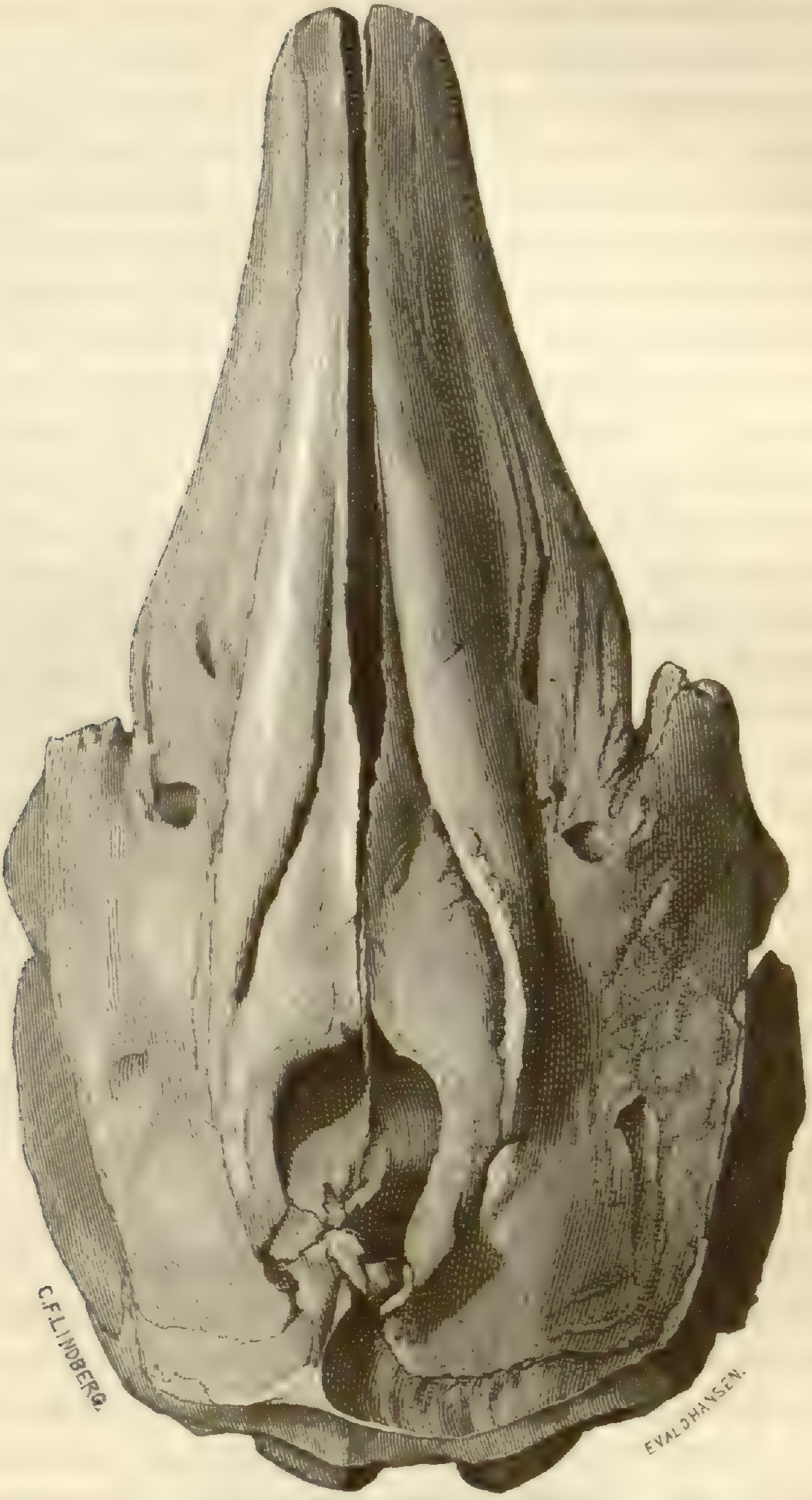
Att kraniet i Vega-samlingen (N:o 46. Veg.-Exp. N:o 81)[1], ej heller tillhört någon från *Beluga catodon* vid Grönland, Spetsbergen — Taymyrlandet skild *art*, derom anser jag mig vara fullt öfvertygad, enär de afvikelser, som finnas, vid jemförelse med fyra kranier från Spetsbergen, endast äro sådana, som äro en följd af kön och ålder. Att afvikelser likväl måste förekomma, framkallade af lokala förhållanden, derom bör såväl skelettet som djurets yttre komma att lemna upplysningar, då sådant blir att tillgå och närmare granskadt. De stora skaror, som flera resenärer omtala såsom förekommande åtminstone vissa tider af året i hafvet omkring Kamschatka, vittna tydligt om, att arten i dessa vattendrag är lika stationär som i dem, hvilka ligga emellan Baffins bay och Taymyrlandet. Den bör derför uppföras som en särskild lokalform af *B. catodon*, hvarpå åtminstone den, som förekommer vid Spetsbergen, äfvensom den, hvilken bebor Baffins bay och närmast liggande vattendrag, torde hafva berättigade anspråk.

Den smäckra nosen och de framtill på denna smala mellankäksbenen, jemförda med utanför liggande öfverkäksbenen, antyda, att kraniet i Vegasamlingen, till hvars beskrifning vi nu vilja öfvergå, tillhört en hona. Att denna varit temligen väl utbildad, derom vittna bland annat den jemförelsevis långa nosen ocb den ej obetydligt upphöjda, sammantryckta och skarpa crista occipitalis; äfvensom de på ömse sidor af nosens bas belägna *trånga* men *djupa* inskärningarna.

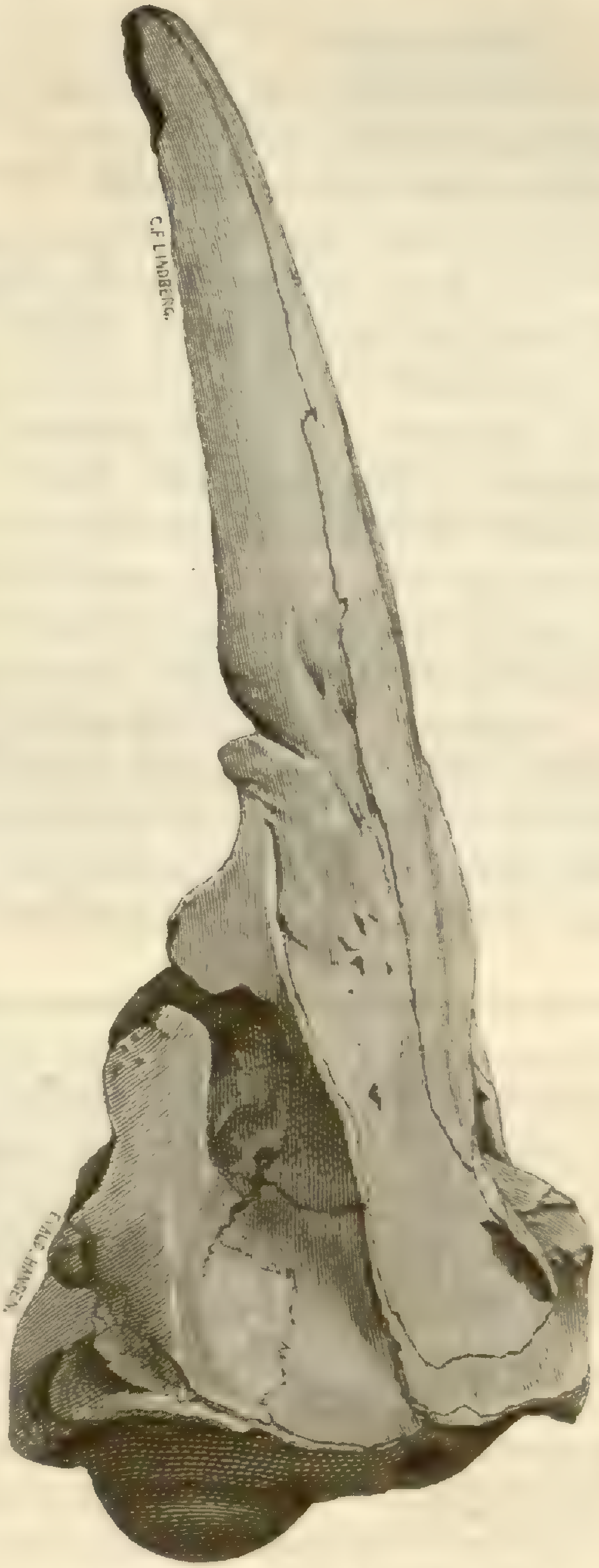
Sedd ofvanifrån visar sig nosen något litet vidgad strax framom inskärningarna, men har framom denna utvidgning en

---

[1] Dessa nummer finnas målade på hval-benen; de förra af prof. Malm vid materialiets bearbetande; de senare hänföra sig till den under expeditionen förda journalen öfver insamlingen. Samma Vega-nummer på flera ben angifva, att dessa träffats omedelbart bredvid hvarandra.


C.F.LINDBERG.
EVALD HANSEN.

särdeles märkbar — på djupaste stället 10 mm. — inböjning ända intill den konvext afrundade nosspetsen. Från orbitaltrakten till hjernskålens trubbvinklade sidohörn, hvilka bildas af os frontale, är sidokonturen något utåtböjd; den bakre, på grund af kraniets snedhet oregelbundna konturen är ändå mer utåtböjd.



Sedda från sidan visa sig mellankäkbenen höjda i trakten strax framom näsöppningarna, mot dessas inkanter och formera tillsammans en temligen stark köl. Bakåt äro dessa ben i närheten af först inre, sedan yttre kanten starkt kölade, i midttrakten af deras utsträckning tvärsöfver ganska starkt konvexa; fram emot den ej obetydligt nedåt böjda nosspetsen plana; men längst ut på denna likaledes tvärsöfver konkava.

På hela nosen är hvartdera mellankäkbenet vida smalare än det utanför liggande öfverkäkbenet, hvilket allra bäst synes på de efter fotografier utförda figurer, som här lemnats, hvilka dessutom lemna vida bättre underrättelser om gränserna för de olika benen, än en beskrifning kan åstadkomma.

I gomen synas mellankäkbenen till midt för midten af sjunde tanden, räknadt bakifrån. Vomer är ej synligt i den exkaverade gomen, som likväl bakom tandraden blir allt mer konvex.

Alla tänderna äro utfallna; men de särdeles tydliga alveoli visa, att tio stycken tänder funnits på hvardera sidan.

Nackbenet har på hvardera sidan om den bakåt exkaverade midttrakten tvenne starka upphöjningar, nämligen en midt öfver utkanten af foramen magnum och en som ligger något närmare den förstnämnda, än processus jugularis ossis occipitis.

Kraniet håller i

längd från cond. oss. occip. till nosspetsen	592	mm.
från inskärningen till nosspetsen[1]	308	»
bredd mellan inskärningarna	196	»
nosens bredd midtför skiljeväggen mellan 2:dra och 3:dje tanden, räknadt framifrån	80	»
det ena mellankäkbenets bredd på samma ställe ofvantill	17	»
från tandradens slut till nosspetsen	230	»
bredden af hela kondylen, efter rundning	148	»
afståndet mellan kondylknapparne nertill	30	»
höjden af det rundade, men upptill med en bred sinus försedda foramen magnum	58	»
största bredden af samma foramen	53	»

Slutligen vill jag lemna några mått på ofvan omtalade kranier från Spetsbergen i förening med motsvarande hos det förut beskrifna, utaf hvilket man kan se åtskilliga af de förändringar som uppkomma vid en mer framskriden ålder samt olikheter mellan kranier tillhörande olika kön.

	Det beskrifna kraniet tillhörande Vega-samlingen.	Ett kranium från Spetsbergen (Mus. Anat. Gothob. 1075).	Ett kranium från Spetsbergen (M. A. G. 1076).	Ett kranium med tillhörande fullständigt skelett från Spetsbergen (M. A. G. 1074).	Ett kranium från Spetsbergen (M. A. G. 1077).
Kön	♀[2]	♂[2]	♂[2]	♀ !	♂[2]
Skelettets totallängd	3725[3]	3475[3]	3020[3]	2915	2535[3]
Kraniets totallängd	**592**	**552**	**480**	**463**	403
Bredd mellan inskärningarne	196	173	158	156	133
Nosens längd	**308**	**262**	**222**	**210**	**167**
Nosens bredd midt för skiljeväggen mellan 2:dra och 3:dje tanden, räknadt framifrån	**80**	**67**	**57**	**58**	**52**
Det ena mellankäksbenets bredd ofvantill på samma ställe	**17**	**27**	**20**	**15**	**16**
Afståndet mellan kondylhalfvorna, nertill	**30**	**37**	**29**	**27**	**33**
Tandformeln	10 ; 10	$\frac{9}{8} : \frac{9}{8}$	$\frac{9}{8} ; \frac{9}{8}$	$\frac{9}{8} ; \frac{9}{8}$	$\frac{10}{7} ; \frac{10}{8}$

---

[1] Vid beskrifning af *Orca Eschrichtii. forma Nordenskiöldii*, finnes i en not, beskrifvet, hur jag tager och alltid tagit detta mått, som är måttet på nosens längd.

[2] Sannolikt.

[3] Beräknadt.

Rhachianectes glaucus Cope.

Uti Vega-Expeditionens samlingar funnos skelettdelar utaf kranier m. m., tillhörande minst sex individer, yngre och äldre, af hvilka fyra stycken mer eller mindre kompletta nackedelar, nämligen N:r 53, 51, 52 och 54 = Veg. Exp. N:r 63, 50, 63 och 77. Till den förstnämnda utaf dessa höra dessutom några utaf ansigtsregionens ben, somliga kompletta, andra mer eller mindre stympade.

Nämnda nackedelar äro i grunden lika hvarandra. De afvikelser som förekomma äro en följd af endast högre eller lägre ålder eller ock individuela afvikelser.

Jag har derför ej ansett det nödigt att närmare beskrifva mer än en utaf nämnda nacketrakter, hvarvid valet fallit på N:r 53, som visserligen är utaf ett jemförelsevis yngre individ; men derjemte fullständigare än hvilken som helst af de andra.

Utaf N:r 51, som är utaf ett utbildadt individ, finnes dessutom basalhalfvan såväl af venstra os maxillare superius som ock utaf tillstötande del af os intermaxillare. Basaldelen af det högra intermaxillar-benet förekommer in situ. Uti de anteckningar, som förekomma uti Vega-Expeditionens insamlingskatalog, heter det om detta fynd: »enligt Tschuktschernas utsago har denna hval små barder och ingen ryggfena».

Utaf bakhufvuddelen N:r 54 blef, enligt samma katalog, en bulla ossea tagen då fyndet gjordes. Denna föreligger äfven och kommer att längre ned beskrifvas i samband med några andra dylika, tillhörande samma art.

De vid N:r 53 beskrifna nackeknölarna förete någon liten olikhet derutinnan att de öfre äro större, nämligen högre och de nedre reducerade till endast föga märkbara spår till sådana, vid jemförelse med de andra bakhufvuddelarnas.

Dessa knölar, hvilka, enligt hvad deras ytor ofvantill synas utvisa, äro anhäftningsställen för muskler, förmodar jag vara egendomliga för arten eller åtminstone för detta genus bland de kända, nu lefvande edenticete.

N:r 53 = Veg. Exp. N:r 63.

Bakhufvuddel, enligt Vega-Expeditionens insamlingskatalog funnen vid Pitlekaj.

Då kraniedelen ställes i sitt naturliga läge, så når ingen del utaf densamma så långt tillbaka som de mellersta delarna uppåt och inåt till af condylus ossis occipitis. Dessa trakter af kondyl-halfvorna nå nämligen lika långt bakom den räta linien, som drages mellan den längst tillbaka skjutande delen af hvardera processus jugularis ossis occipitis, som minsta afståndet mellan kondylhalfvorna nedtill. Nedre bakre kanten af processus articularis ossis temporum ligger lika långt bakom nämnda linie som tre femtedelar af totalbredden af condylus ossis occipitis, rakt mått.

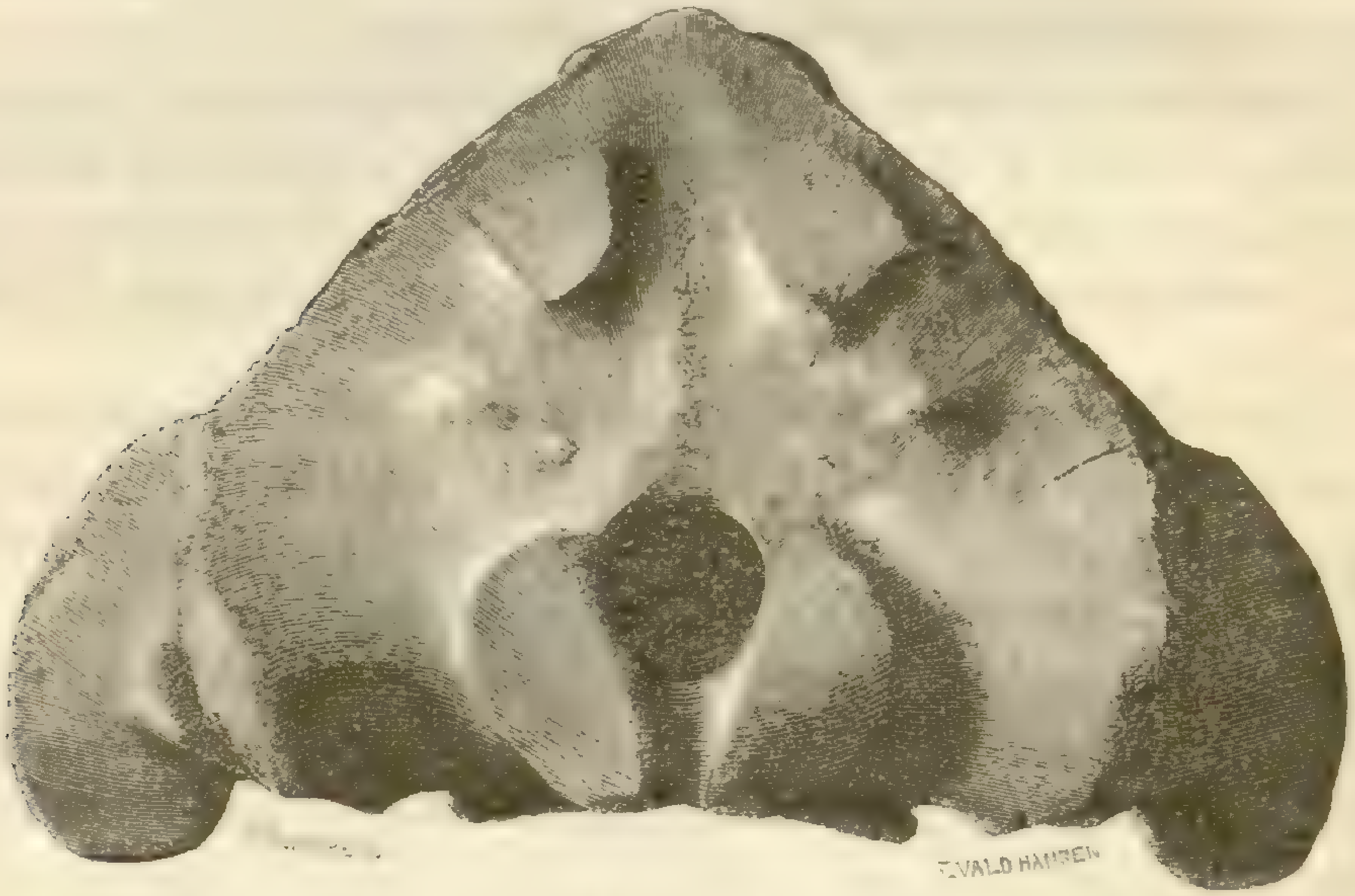


Fig. 53 a.

Sedt bakifrån formera gränslinierna i grunden en liksidig triangel, hvars åt sidorna vända hörn äro vertikalt likasom afhuggna.

På baksidan af os occipitis förekommer på ömse sidor om längslinien midtåt samt midt emellan öfverkanten af foramen magnum och nackbenets främsta (öfversta) vinklade parti, ett par i synnerhet inåt till särdeles höga och skarpkantade knölar, hvilkas toppytor äro inifrån och utåt snedt afplanade, ja till och med ej obetydligt exkaverade.

Dessa knölar divergera ganska mycket nedåt; största bredden af hvardera är lika stor som minsta afståndet mellan knölarnas inre, skarpa kanter; höjden af hvardera knöl är något större än bredden. Vid början af andra tredjedelen, räknadt bakifrån, är längsrännans mellan knölarna djup en tredjedel af dess bredd mellan knölarnas inre sidokanter på samma ställe.

Snedt utåt och nedåt, samt på en öfre knölbredds afstånd från öfre knölen, förekommer på hvardera sidan en knöl till, men mycket mindre. Dessa knölar äro sammantryckta, köllika och stälda midt emellan foramen magnum och nackbenets utkant, midtför de båda förut nämnda punkterna. Knölarnas divergens uppåt utgör en vinkel af 110°, hvilken vinkel uppkommer, då linier dragas från hvardera knölspetsen till midten utaf öfre kanten af foramen magnum.

Emellan de öfra och nedra knölarna, på hvardera sidan, förekommer naturligtvis ock en starkare exkavation.

Omedelbart ofvanför foramen magnum finnes en ytterst svag längskonvexitet, som likväl höjer sig så litet öfver benets bredvid varande yta, att den blott under en viss belysning märkbart framträder.

Kondyl-halfvorna divergera ganska starkt uppåt. Afståndet på det smalaste stället nedtill, emellan dem, är lika med vid pass en fjerdedel af bredden af foramen magnum.

Kraniets största bredd öfver tinningbenen utgör 820 mm., rakt mått.

Bredden tvärs öfver båda kondylernas glidytor, mått efter rundning, utgör 270 mm.

Största höjden af högra kondylen, mått efter rundning, utgör 225 mm.; största bredden, likaledes efter rundning, 95.

Foramen magnum beskrifver en kort oval, med den bredaste sidan uppåt. Dess höjd utgör 107; dess bredd 95 mm.

Skådas kraniet från sidan, t. ex. den venstra, synas form och storlek af processus orbitalis ossis temporum och processus articularis ossis temporum i grunden lika; de förra synes likväl vida längre derför, att dess framkant är vid pass dubbelt längre än den senares bakkant, hvilken upptill formerar en sinus. Hela den sammanhängande underkanten, tillhörande båda utskotten, är nästan likformigt och ganska djupt utringad. Processus orbitalis är nästan konisk och något inåt böjd; processus articularis tre gånger till så bred bakifrån sedd som, då den skådas från sidan, allt nedåt, samt derjemte ej obetydligt nedåt böjd. Afståndet mellan båda processernas spetsar är lika med halfva afståndet mellan nackbenets processus jugularis, mätt från de åt sidorna mest utskjutande delarna.

Processus orbitalis ossis frontis är ofvan ifrån sedd, på det hela taget lika lång som den är bred tvärsöfver; framkanten inåt, bakkanten utåt och öfre orbitalkanten äro särdeles tunna; men bakkanten inåt har vid pass samma höjd som processens bredd midtpå; framkanten utåt har en största tjocklek, som är lika med en tredjedel af processens bredd tvärsöfver midten. Ofvantill är processen i grunden plan, ja, till och med ej obetydligt exkaverad. Processen lutar vid pass lika mycket bakåt som nedåt.

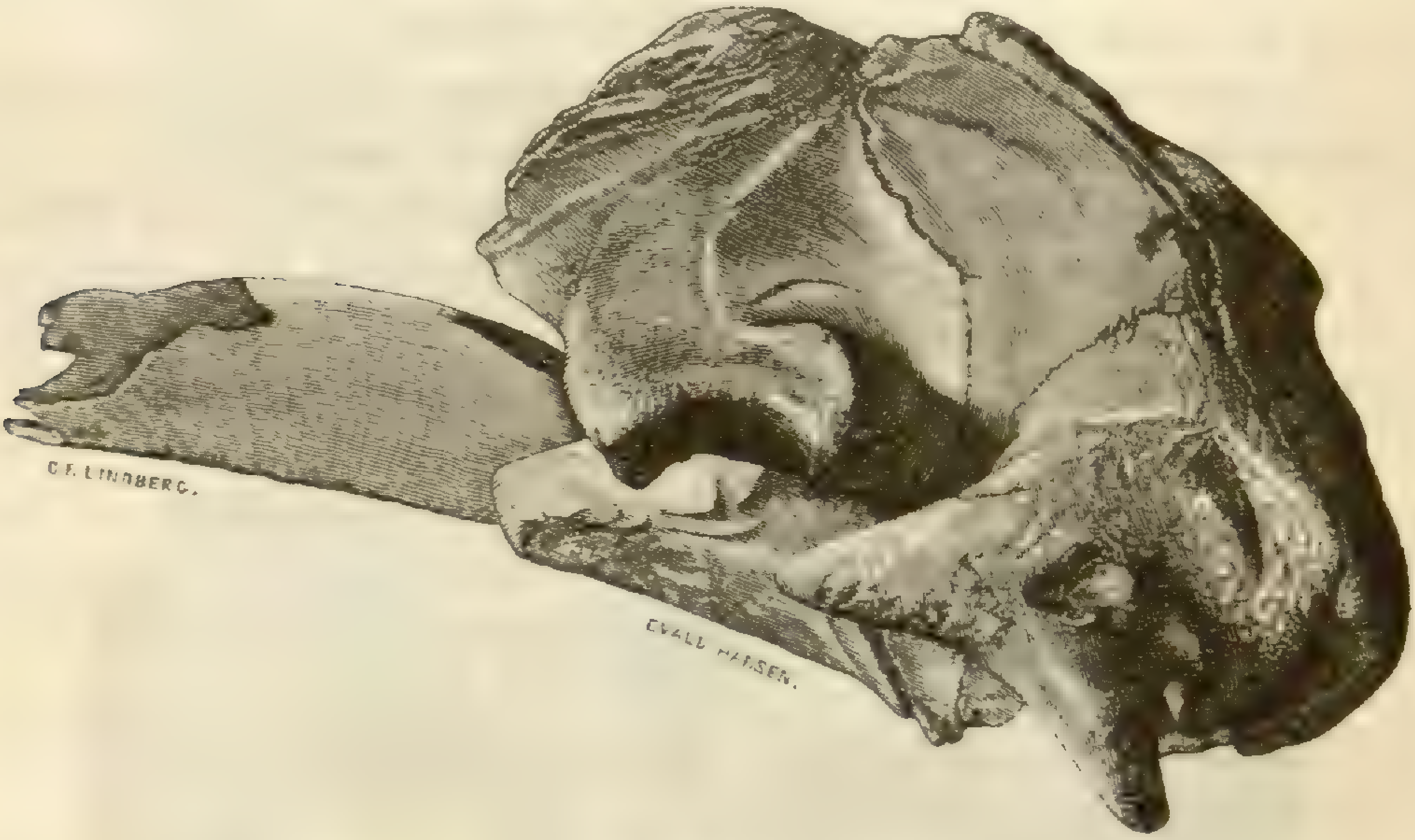


Fig. 53 b.

Utseendet af den bakre delen af vomer, som finnes in situ, synes bäst utaf näst följande figur.

Skådas kraniet rakt under ifrån, visar det sig att nackbenets grundstycke sträcker sig fram till trakten för bulla ossea. Den del af pterygoideum, som bidrager till bildningen af gomhvalfvet, är inåt fullt dubbelt smalare än utåt: den del, som ligger intill den nästan plana bakre delen af vomer, är baktill lika bred, som nämda vomer midtför. Inre delen af suturen mellan pterygoideum och vomer ligger midt för framkanten af tinningbenets utåtskjutande inre del, eller åtminstone högst obetydligt bakom densamma.

Gombenen beröra hvarandra i midttrakten; längst baktill äro deras inkanter lika mycket skilda från hvarandra som två gånger afståndet mellan samma kanter framtill. Emellan gombenens vida, triangellika öppning baktill är vomer starkt sammantryckt och skarpt; framtill har det underkanten afrundad.

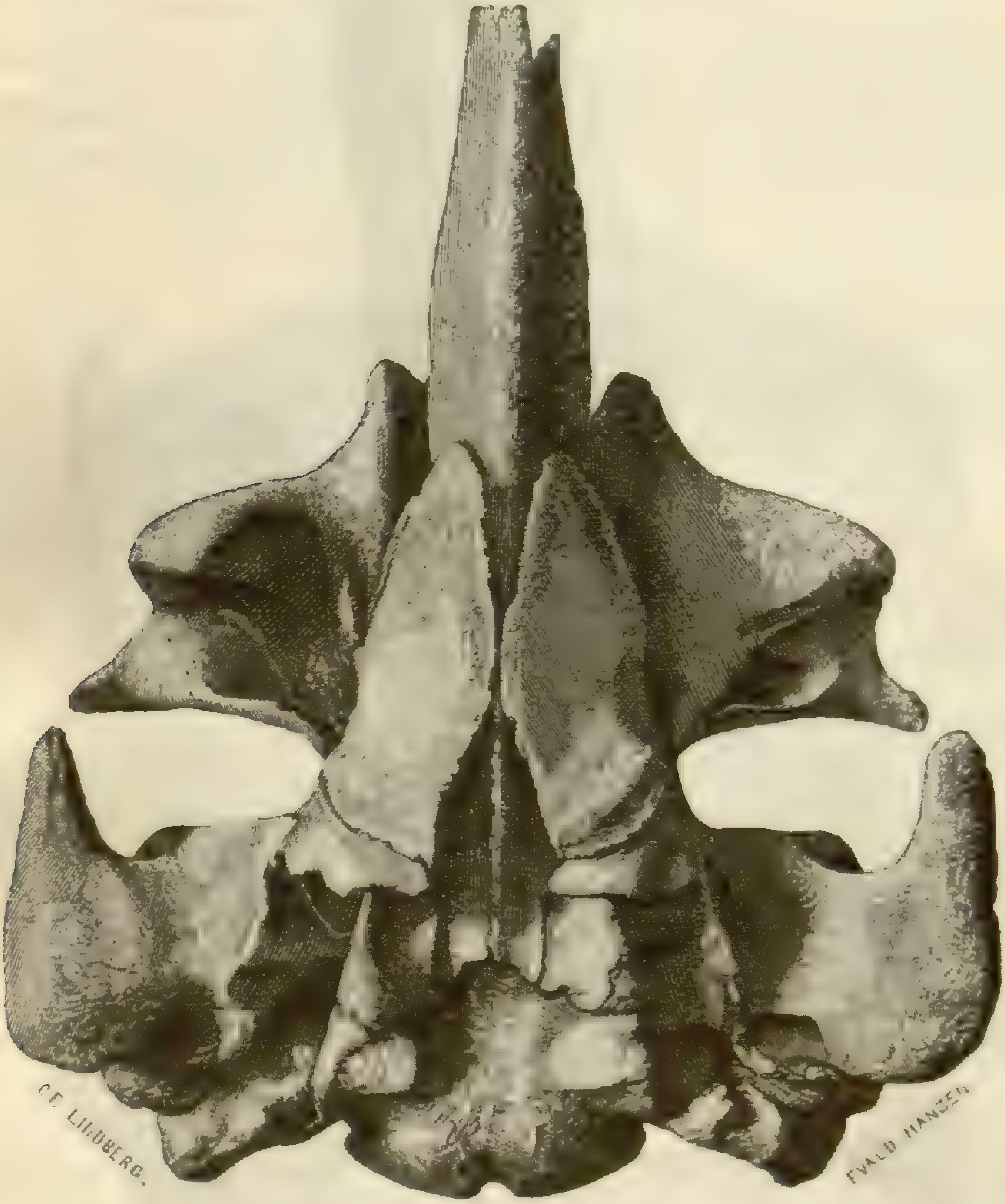


Fig. 53 c.

Tinningbenets hela process liknar nästan en menniskofot, sedd från sidan, med särdeles stor häl och litet fotblad.

Orbitalkanten på processus orbitalis ossis frontis är starkt utringad: dess bakre hörn är längst utskjutande.

Kraniets bredd, mätt öfver processus orbitalis ossis temporum, utgör .... 790 mm.

Kraniets bredd midt öfver bakre hörnet af processus orbitalis ossis frontis, utgör .... 710 »

C. F. LINDBERG.
EVALD HANSEN.

Fig. 51 a.

Kraniets bredd, midt öfver främre hörnet af processus orbitalis ossis frontis, utgör 640 mm.

Längd midtåt af den synliga delen utaf nackbenets basalstycke till fåran mellan kondylhalfvorna 170 »

Totallängden af os palatinum 330 »

N:r 51 a = Veg. Exped. N:r 50.

Bakhufvud-del jemte åtskilliga lösa ben hörande till ansigtsregionen, hvilka enligt Vega-Expeditionens insamlingskatalog funnits vid Pitlekaj. Uti samma katalog finnes den anteckning, att »denna hval, enligt Tschuktschernas utsago, har små barder och ingen ryggfena».

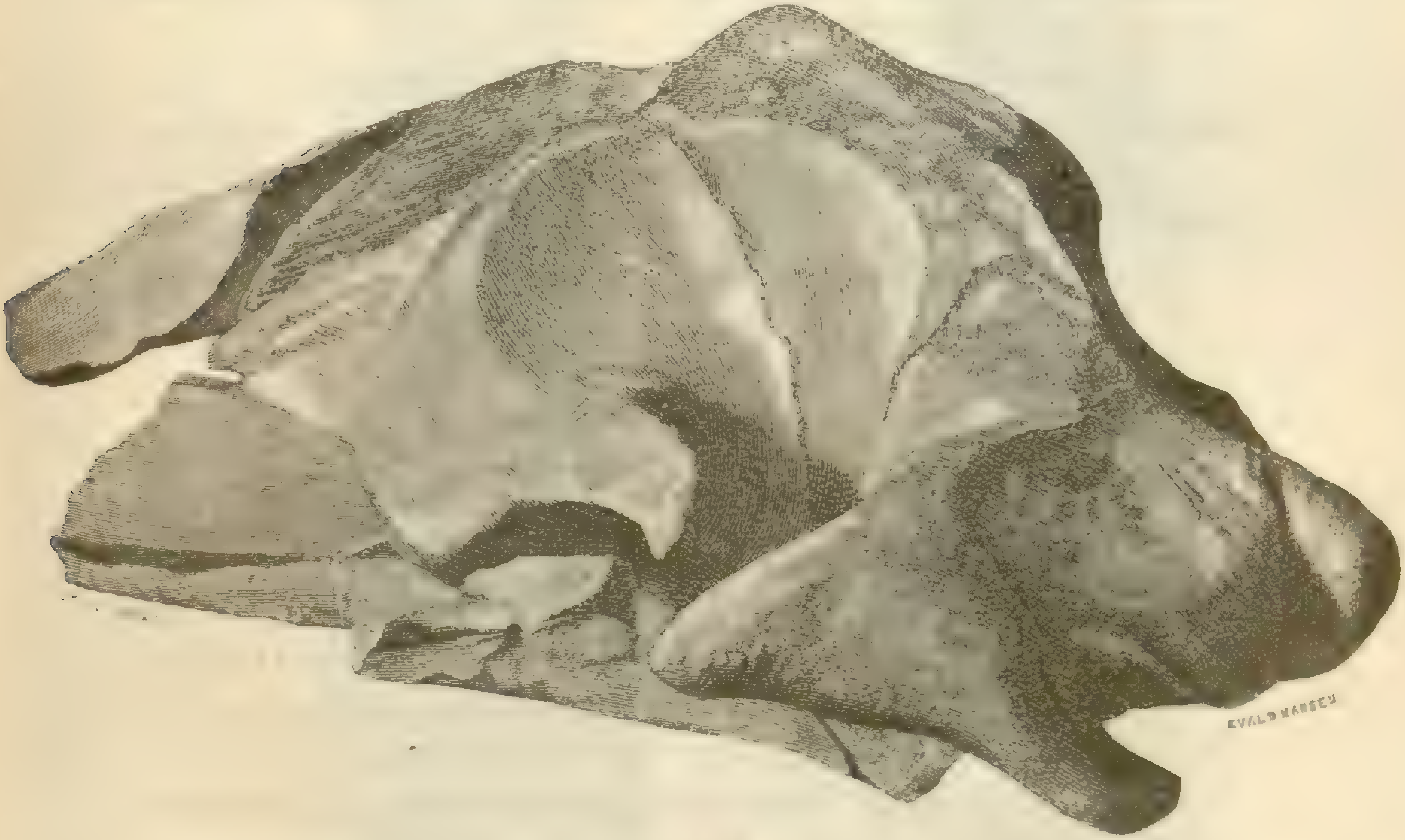


Fig. 51 b.

En stor del af kraniets högra sida är borta.

Kondylernas glidytor äro jemna och mycket litet porprickiga, hvilket bland annat antyder att detta kranium tillhört ett utbildadt individ. Då det för öfrigt i grunden ej afviker från det förut beskrifna N:r 53, har jag inskränkt mig till följande anteckningar öfver detsamma.

De öfra nackknölarnas inkanter äro särdeles utbredda och dertill mycket höga, hvadan rännan emellan dessa knölar är särdeles djup.

De nedra nackknölarna äro reducerade till nästan noll; men vid närmare granskning finnes. framför allt på den venstra sidan, tydligt spår till sådana.

Från sidan sedt bildar orbitalbågen af processus orbitalis ossis frontis vid pass tredjedelen af en cirkelperiferi.

Såsom figuren 51 a utvisar är en stor del utaf kraniets högra sida borta; men förutsatt att denna sida i sin helhet haft lika storlek som den venstra, har detta kranium, mätt öfver tinningbenens längst åt sidan belägna punkter, haft en bredd af 1040 mm., rakt mått; samt mellan processus orbitalis ossium temporum, 1000; och mellan processus articulares ossium temporum, 980 mm.

Bredden tvärs öfver båda kondyl-halfvornas glidytor, mätt efter rundning, utgör................... 320 mm.

Största höjden af den ena kondylen, mätt efter rundning, utgör 245; och dess största bredd 125 mm.

Foramen magnum håller i höjd 122 och i bredd 93 mm.

Os maxillare superius et intermaxillare.

N:r 51 a, c et d + 84 = Veg. Exp. N:r 50.

Till den förut beskrifna bakhufvud-delen m. m. dithörande, såsom basaldelen af det högra os intermaxillare, höra tvenne lösa ben utaf ansigtsregionen, nämligen ett 1100 mm. långt stycke af venstra os maxillare superius och ett lika långt stycke af intilliggande os intermaxillare. Det förra är afbildadt i olika lägen uti närstående figurer, äfvensom insatt på sin plats, på fig. 51 a; det senare förekommer ock på sistnämnda figur.

Basaldelarna hos dessa ben äro på det hela taget oskadade; det är endast framtill som båda två äro stympade. På fig. 51 a visas öfverkäkbenet sådant, som det synes, då kraniet skådas rakt ofvanifrån; på fig. 51 d dess utseende från sidan, och på fig. 51 c är det framstäldt såsom sedt vinkelrätt mot benets öfre yta eller rättare sidoplan, för att åskådliggöra dels benets bredd, och dels den vinkel, som midtlinien af processus orbitalis bildar mot längsmidtlinien baktill af os maxillare. Denna vinkel utgör 118 grader.

Uppifrån sedt finnes en svag inbugtning strax framom processus orbitalis; men derifrån och framåt är den yttre kanten af detta ben, således käkkanten, temligen rätlinig och föga utåt böjd.

Den breda processus orbitalis, hvars spets är ej obetydligt nedåt böjd och på sista hälften af sin längd betydligt aftager i bredd samt derstädes både snedt bakåt och i synnerhet framtill har en längsgående exkavation, är i midttrakten något bredare än dess halfva längd.

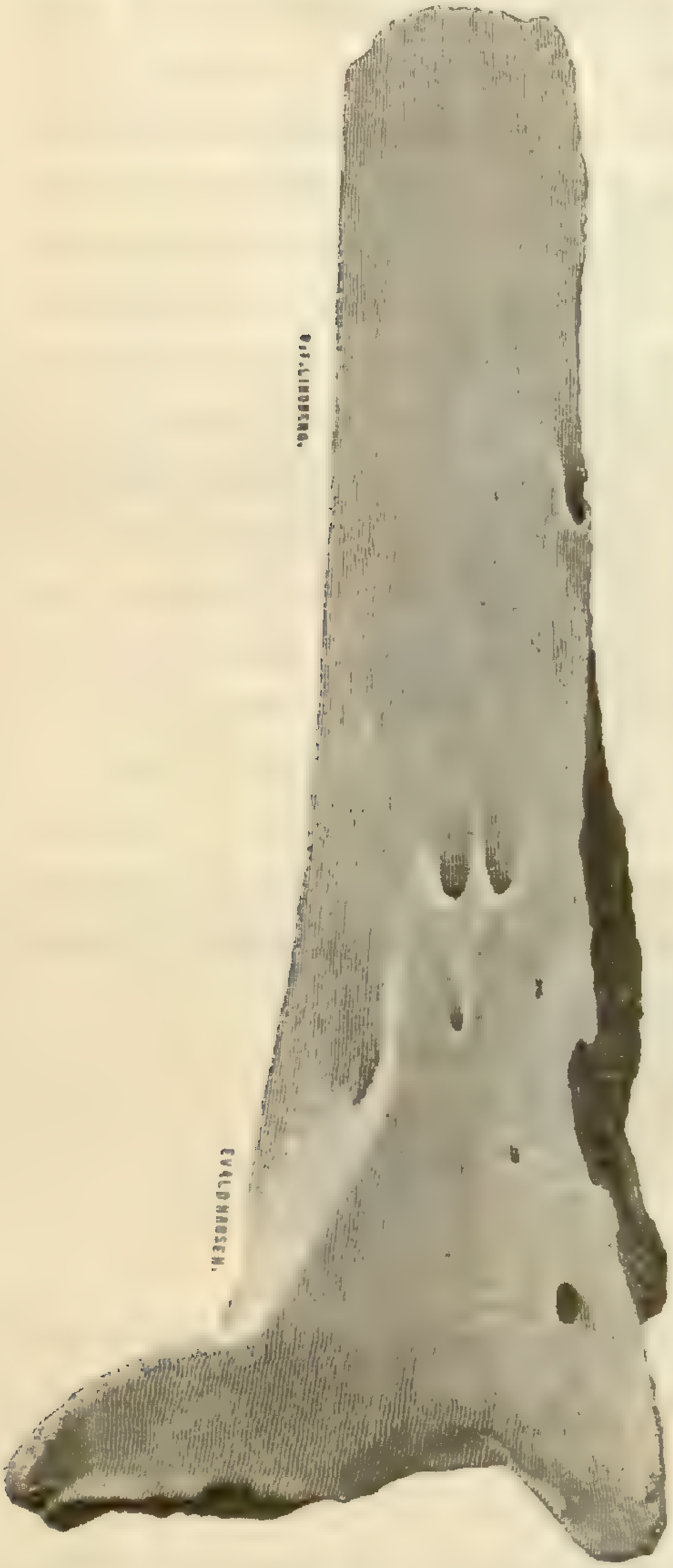


Fig. 51 c.

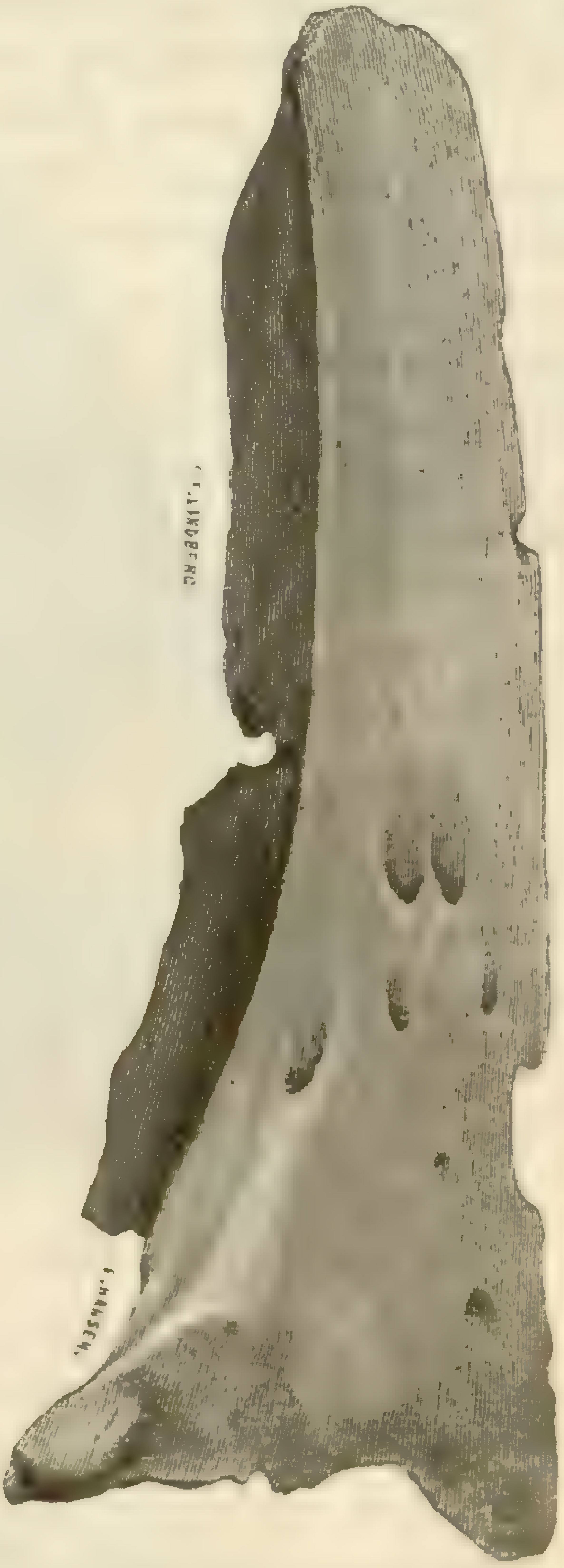


Fig. 51 d.

På öfra sidan är öfverkäkbenet längsåt exkaveradt, isynnerhet i midttrakten af den del utaf benet, som finnes.

Benets totalbredd, tvärs öfver trakten för processus orbitalis, utgör inemot 500 mm.; och i midttrakten utaf den del, som finnes, vid pass 200. I samma midttrakt utgör benets lutning mot kraniets genomskärnings-area på längs, vid pass 35°, hvadan nosen i basaldelen kan sägas vara temligen smal.

Det venstra mellankäksbenet, så mycket som finnes i behåll, har jag i samlingen signerat med N:r 84. Det är insatt på sin plats och afbildadt på fig. 51 a. hvarest ock det högras basaldel visar sig in situ.

Sedt från sidan bildar detta ben en uppstående vinkel af 145°, midt framför öfverkäks-utkantens öfvergående i kanten af dess processus orbitalis. Afståndet mellan båda mellankäksbenens vinklar är något längre än näsbenens totallängd, eller omkring 300 mm., och afståndet mellan intermaxillarbenen invändigt, midtför vinkeln, är omkring 240 mm.

I trakten af vinkeln är benet uppåt temligen starkt hoptryckt.

Superficies nasalis blir genom nämnda förhållanden särdeles stor. Dess längd utgör öfver 600 mm. och bredden uppgår, som sagdt till omkring hälften af detta mått.

Anm.: Det bör nämnas, att de beskrifna, lösa käkbenen, under den långa tid, de legat utsatta för klimatets inflytelser, slagit sig, såsom det heter, så mycket, att de ej *fullt noggrant* låta inpassa sig på den ursprungliga platsen i kraniet, hvilket äfven kan synas på fig. 51 a.

Ossa nasi.

N:r 34 = Veg. Exp. N:r 50.

Enligt Vega-Expeditionens insamlingskatalog funnos dessa ben, såsom numreringen utvisar, jemte det förut under N:r 51 beskrifna kraniet.

Dessa näsben, hvilka i sitt slag äro de enda, som finnas i samlingen, äro hvita till färgen vid sidan af kraniets öfriga ben, hvilka tiden färgat skiffergrå; men näsbenen hafva synbarligen legat nedgräfda uti sand och derför bibehållit sin färg. Såsom par passa de naturligtvis väl tillsamman; men, såsom man kan se utaf fig. 51 a, hvarest de afbildats efter att hafva blifvit insatta på sin plats, passa de äfvenledes derstädes, hvadan jag ej tvekat att *med bestämdhet* föra dem till detta kranium. De hafva ej heller likhet med näsben utaf andra edenticete, hvilka hittills blifvit kända, beskrifna och afbildade.

Näsbenens från sidan sedt, rätliniga, bakåtlutande framkant formerar mot den till de två tredjedelarna likaledes rätliniga öfverkanten en vinkel af omkring 130°. Den bakre tredjedelen är bågformigt nedåtböjd. Benens sidor upptill äro hela vägen ej obetydligt exkaverade, hvarigenom de intill hvarandra stötande inkanterna till samman formera en stark längsköl, som vid den förut nämnda vinkeln, tvärs öfver taget, bildar en rät vinkel. Denna köl förlorar sig snart nedåt benens framsida, som, ofvanifrån sedt, i midttrakten skjuter något litet framom det rätliniga, men hvars yttersta delar framskjuta såsom ganska skarpa utskott, nämligen ett på hvardera sidan; hvilket allt synes på förestående figur. Framkanten öfvergår genom afrundning i undra sidan, hvilken har en ganska djup, jemn och temligen likformig exkavation.

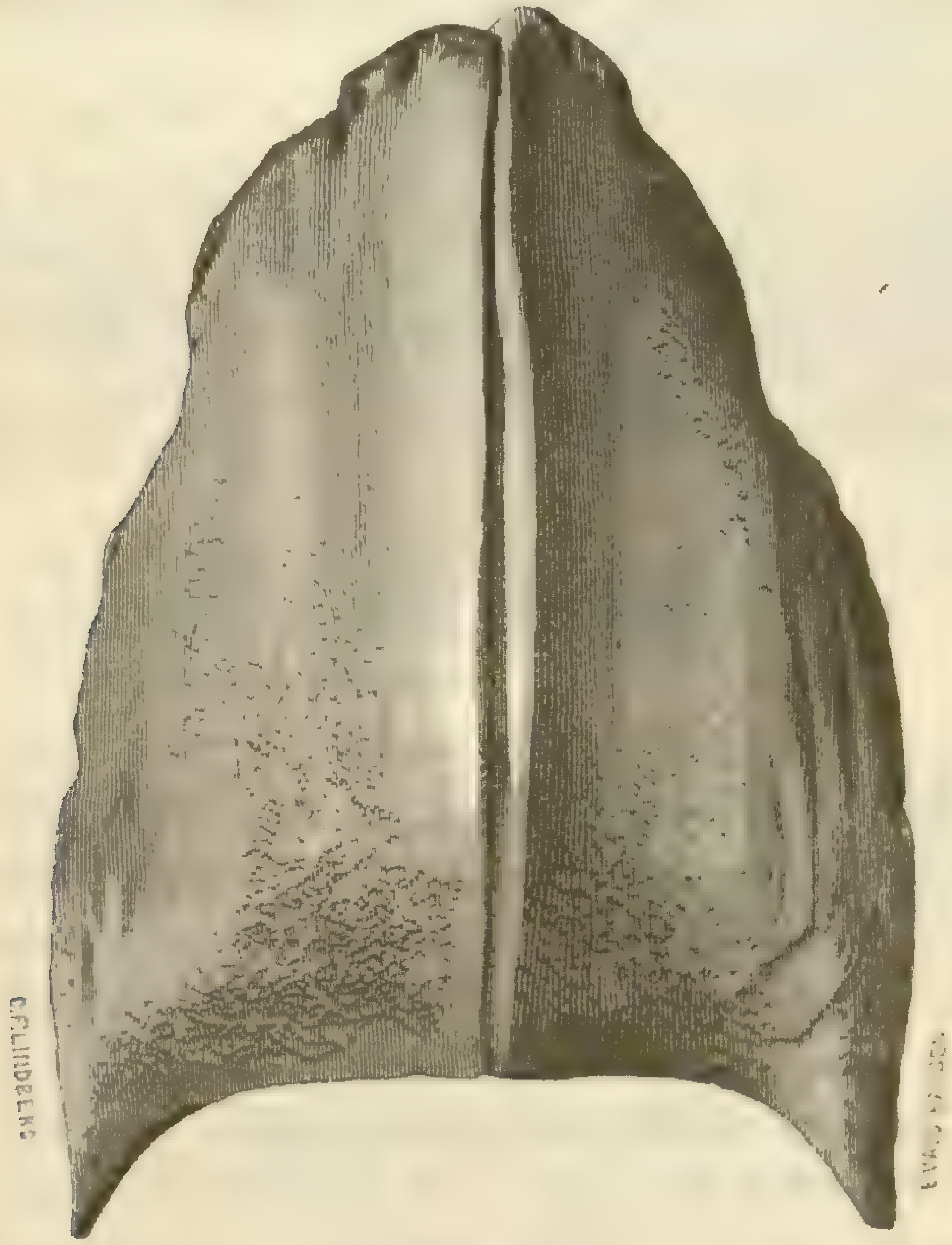


Fig. 34.

Näsbenens totallängd midtåt, rakt mått	300	mm.
» totalbredd framtill, men *nedtill*	225	»
Afståndet från vinkeln ofvan till bakre ändan, rakt mått	260	»
Bredden af den *in situ* synliga delen, midtför vinkeln	155	»

N:r 52 = Veg. Exp. N:r 62.

Bakhufvud-del, som enligt Vega-Expeditionens insamlingskatalog funnits vid Pitlekaj.

Denna bakhufvud-del har tillhört ett mindre och dertill yngre individ, hvilket äfven kan synas deraf att glidytorna på nackbenets kondyler äro mer eller mindre groft porösa eller prickiga samt ej så jemna, som då ett individ kommit till högre grad utaf utveckling.

Nacke-knölarna, äfven de nedra, äro väl utbildade.

Mått:

Kraniets största bredd öfver tinningbenen	830	mm.
» bredd öfver proc. articularis ossis temp.	800	»
» » » » orbitalis	750	»
Bredden tvärs öfver båda kondyl-halfvornas glidytor, mätt efter rundning	260	»
Största höjden af den ena kondylen, mätt efter rundning	220	»
Största bredden af den ena kondylen, mätt efter rundning	92	»
Största höjden af foramen magnum	90	»
» bredden af » »	96	»

N:r 54 = Veg. Exp. N:r 77.

Bakhufvud-del, hvilken enligt Vega-Expeditionens insanlingskatalog funnits vid Pitlekaj.

Denna bakhufvud-del är mycket defekt både på den högra sidan och undertill; men då den icke desto mindre är fullt typisk för sin art, inskränker jag mig till att här anföra blott följande.

Utaf särskilt intresse har den varit derför, att den ena utaf bullæ osseæ, då fyndet gjordes, *tagits ur* detta kranium, hvilket särskilt är anmärkt under N:r 78 i Vega-Expeditionens insamlingskatalog. Man *vet* sålunda med bestämdhet huru den hithörande bulla är beskaffad, hvarför jag kanhända rätteligen hade bort beskrifva den här; men, då flera dylika funnos i samlingen, utaf hvilka jag längre nedan afbildat åtskilliga jemte denna, beskrifver jag densamma helst på samma ställe som andra, under N:r 67 b, hvilket nummer äfvenledes tillhör figuren af densamma.

Nacke-knölarna, äfven de nedra, är väl utbildade.

Förutsatt att kraniets högra sida varit lika utbildad som den venstra, har afståndet mellan tinningbenens längst åt sidan belägna punkter utgjort 840 mm.

Kraniets bredd öfver proc. articularis ossis temp.	795 mm.
Kraniets bredd öfver proc. orbitalis ossis temp. kan ej uppmätas derför att spetsen är borta.	
Största höjden af den ena kondylen, mätt efter rundning	200 »
Största bredden af den ena kondylen, mätt efter rundning	90 »
Största höjden af foramen magnum	97 »
» bredden af » »	106 »

N:r 92—96 och 67 d = Veg. Exp. N:r 41.

Uti Vega-Expeditionens insamlingskatalog upptages under N:r 41 åtskilliga »delar af ett litet hvalhufvud», funnet vid Pitlekaj. Dessa delar hafva ock tillhört ett och samma kranium samt den art, hvarom här är fråga; men, utaf denna, ett ungt individ. Någon närmare beskrifning af dessa ben kan här vara öfverflödig; men jag vill ändock lemna några underrättelser om de samma under de n:r, med hvilka jag signerat dem.

N:r 92 är ett mycket vittradt stycke af os frontis dextrum med dess processus orbitalis.

N:r 93 är ett hvad ytan angår mycket vittradt stycke af os parietale dextrum.

N:r 94 är en liten intill nämnda os parietale liggande del af os occipitis.

N:r 95 utgöres af kilbenets basal-del.

N:r 96 är ett på alla yttre ytor mycket vittradt os temporale, med undantag af pars petrosa.

N:r 67 d är en bulla ossea, hvilken under sitt n:r längre ned är beskrifven och afbildad jemte flera dylika, tillhörande samma art.

N:r 97. (Ej numrerad för Vega-Expeditionens insamlingskatalog).

Delar utaf ett kranium af ett ungt individ, nämligen ett mycket vittradt basalstycke af kilbenet med vidsittande stycke af os frontis och dess processus orbitalis sinister.

Bullæ osseæ.

A. *Sinuosæ.*

N:r 67 b = Veg. Exp. N:r 78. Afbildad.

Såsom man finner utaf Vega-Expeditionens insamlingskatalog uttogs denna bulla, hvilken bland närstående figurer bärer samma nummer, nemligen 67 b utur ett vid Pitlekaj funnet kranium, som jag i det föregående beskrifvit under N:r 54 = Veg. Exp. insamlingskatalog N:r 77. Då jag näst-förut, under N:r 67 d, omnämnt en annan bulla, som hörer till kraniedelar utaf ifrågavarande djurart, jemväl upptagna under samma nummer, men under skilda littera, hvilken bulla äfvenledes är afbildad här under N:r 67 d, och då dessa bullæ, såsom både figurerna och beskrifningarne härvid i någon mån äro hvarandra olika, så har jag med full säkerhet kunnat bestämma äfven de andra, hvilka här nedan omnämnas.

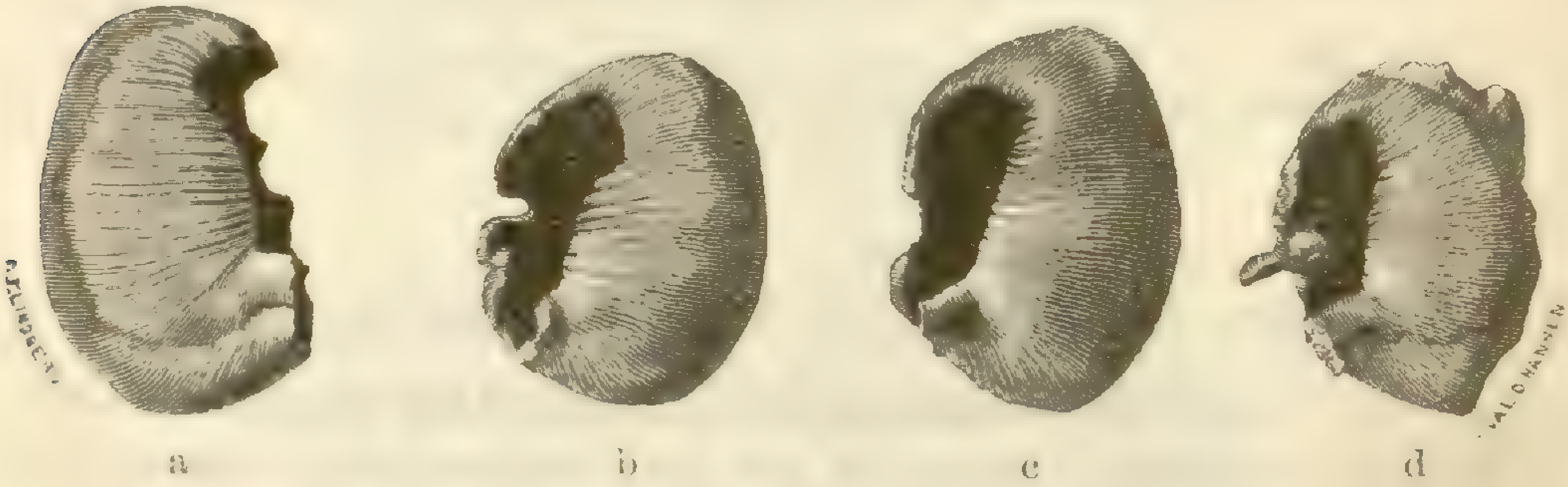


Fig. 67.

Vid figurerna vill jag i förbigående anmärka, att den uppåt vända delen af hvardera bulla, är den, som är rigtad framåt, då benet sitter på sin plats uti kranium; och att hos *a*, det är den åt venster vända sidan, men hos de öfriga, den at höger vända sidan, som in situ, stödjer sig mot nackbenets basal-del. Alla samman visa den sida, som är vänd mot kraniet, således den öfra.

Efter dessa anmärkningar, öfvergår jag till beskrifningen af det föreliggande numret 67 b.

Bulla ossea sinistra.

Bullan är i den främre trakten nästan lika tjock som i den bakre och skiljer sig derigenom betydligt från bullæ utaf *Balænæ*, åtminstone *Balæna mysticetus*.

På undra sidan har hon tvenne öfver yttre halfvan gående gropar på ömse sidor om den valk, genom hvilken hon särskilt sammanhänger med pars petrosa. På öfra sidan, således den, som figuren framställer, har hon framtill — på figuren upptill — en innanför columella ingående sinus, hvadan öppningen bakåt — på figuren nedåt — något afsmalnar, derför, att columella-partiet ej obetydligt skjuter öfver kaviteten.

I midttrakten — främre delen af columella — finnas några djupa och trånga veck, samt både ofvan, men isynnerhet nedom, således framom och bakom dessa, åtskilliga mindre.

Mått:

Totallängd	98 mm.
Största tjocklek, hvilken ligger något nedom — bakom — midten	52 »
Tjocklek vid midten af sinus	41 »
» lika långt från nedra — bakre — ändan	44 »

N:r 67 a = Veg. Exp. 35. Afbildad.

Bulla ossea sinistra, som, enligt Vega-Expeditionens insamlingskatalog, funnits vid Pitlekaj.

I grunden är denna bulla lik N:r 67 b; ty den ifrågavarande är blott något större och något mer plattad.

Mått:

Totallängd	113 mm.
Största tjockleken, hvilken ligger något nedom — bakom — midten	56 »
Tjocklek vid midten af sinus	49 »
» lika långt från nedra — bakre — ändan	54 »

N:r 288 = Veg. Exp. N:r 80.

Denna högerbulla är enligt Vega-Expeditionens insamlingskatalog funnen vid Pitlekaj. Hon är lik N:r 67 a och 67 b; men i nedra — bakre — kanten är hon så stympad, att blott följande mått kan angifvas, nämligen:

Tjocklek vid midten af sinus .... 45 mm.

N:r 287 = Veg. Exp. N:r 68.

Denna vensterbulla är enligt Vega-Expeditionens insamlingskatalog funnen vid Pitlekaj. Hon är så lik N:r 67 a, 67 b och 288, att jag kan inskränka mig till angifvande af de vanliga måtten.

Mått:

Totallängd	96 mm.
Största tjockleken, som ligger något nedom — bakom — midten	53 »
Tjocklek vid midten af sinus	41 »
» lika långt från nedra — bakre — ändan	43 »

B. *Non sinuosæ.*

Utaf bullæ osseæ, hvilka ej hafva någon sinus, eller åtminstone blott svagt spår dertill, såsom hos N:r 67 d, funnos uti Vega-Expeditionens samling tvenne stycken vensterbullæ, hvilka båda här äro afbildade under N:r 67 c och d. Att den senare bestämdt tillhör ifrågavarande art är otvifvelaktigt, då den hörer till de förut beskrifna kraniedelarna utaf N:r 92—96 = Veg. Exp. N:r 41. N:r 67 c visar ock genom sin habitus, att hon *med bestämdhet* måste hänföras till samma art; och allesamman vittna tydligt om, att den sinus, som stundom förekommer hos en bulla af denna art, likasom händelsen är vid fråga om *Balæna mysticetus* forma *pitlekajensis*[1]), blott är att betrakta såsom en tillfällighet; köns-karakter kan det förmodligen ej vara. Då de för öfrigt ej afvika från de förut beskrifna bullæ med sinus, och då de såsom nämndt båda två här äro afbildade, vill jag blott i korthet anföra följande.

---

[1]) Se i det följande, sid. 45.

N:r 67 c. (Ej numrerad för Vega-Expeditionens insamlingskatalog). Afbildad.

Mått:

Totallängd	107	mm.
Största tjockleken, hvilken ligger något nedom — bakom — midten	56	»
Tjocklek vid midten af stället för sinus	48	»
» lika långt från nedra — bakre — ändan	50	»

N:r 67 d = Veg. Exp. N:r 41. Afbildad.

Bulla ossea sinistra, hvilken, enligt Vega-Expeditionens insamlingskatalog, funnits vid Pitlekaj *jemte* åtskilliga *tillgränsande* delar utaf kraniet af ett ungt individ, hvilka i det föregående äro anförda under N:r 92—96 och 67 d = Veg. Exp. N:r 41 [1]). Ifrågavarande bulla är ock mindre än de öfriga, som föreligga i samlingen, hvilket ock kan synas utaf figurerna, som äro *trogna* afbildningar efter fotografi på en och samma plåt.

Att *spår* till sinus förekommer hos denna bulla har redan i det föregående anmärkts. Figuren visar ock ett sådant. Hon är emellertid på flera ställen så decorticerad genom vittring, likasom de öfriga benen af tillhörande kranium [1]) tillsammans vid hvilka hon blef funnen, att de vanliga måtten ej kunna tagas på henne.

Os maxillare superius.

N:r 2 = Veg. Exp. N:r 1.

Det uti närstående figur afbildade högra öfverkäkbenet, som tillhör ifrågavarande art, fans enligt Vega-Expeditionens insamlingskatalog »i närheten af Pitlekaj, ungefär hundra fot från stranden». Uti samma katalog heter det visserligen att fyndet derstädes utgjordes af »ett refben, två humeralben och några kotor». Som det synes vid beskrifningarna af kotor och refben af Balæna mysticetus, forma pitlekajensis [2]), utgjordes fyndet bland annat af *tre* refben och *tretton* kotor, hvilka tillhöra nämnde art; alla dessa ben, likasom det ifrågavarande öfverkäkbenet — *och äfven följande N:r* — äro nämligen af expeditionen försedda med samma nummer för dess insamlingskatalog.

---

[1]) Se i det föregående, sid. 29.

[2]) Se i det följande sidorna 68, 83, 95.

Då det ej företer mer afvikande karakterer från det öfverkäkben, som förut under N:r 51 blifvit beskrifvet och under N:r 51 c och 51 d afbildadt[1]), än sådana, som äro en följd deraf att det är mindre och har tillhört ett mindre utbildadt individ, är det ej af behofvet påkalladt att närmare beskrifva detsamma, framförallt derför, att det här blifvit afbildadt. Till sådana afvikelser får man naturligtvis äfven räkna den, att det är jemförelsevis något smalare; men formen i sin helhet, således äfven vid fråga om processus orbitalis och dertill dennas rigtning från benets corpus, om jag så får uttrycka mig, visa den fullständigaste öfverensstämmelse med öfverkäkbenet hos det nämnda kraniet N:r 51.

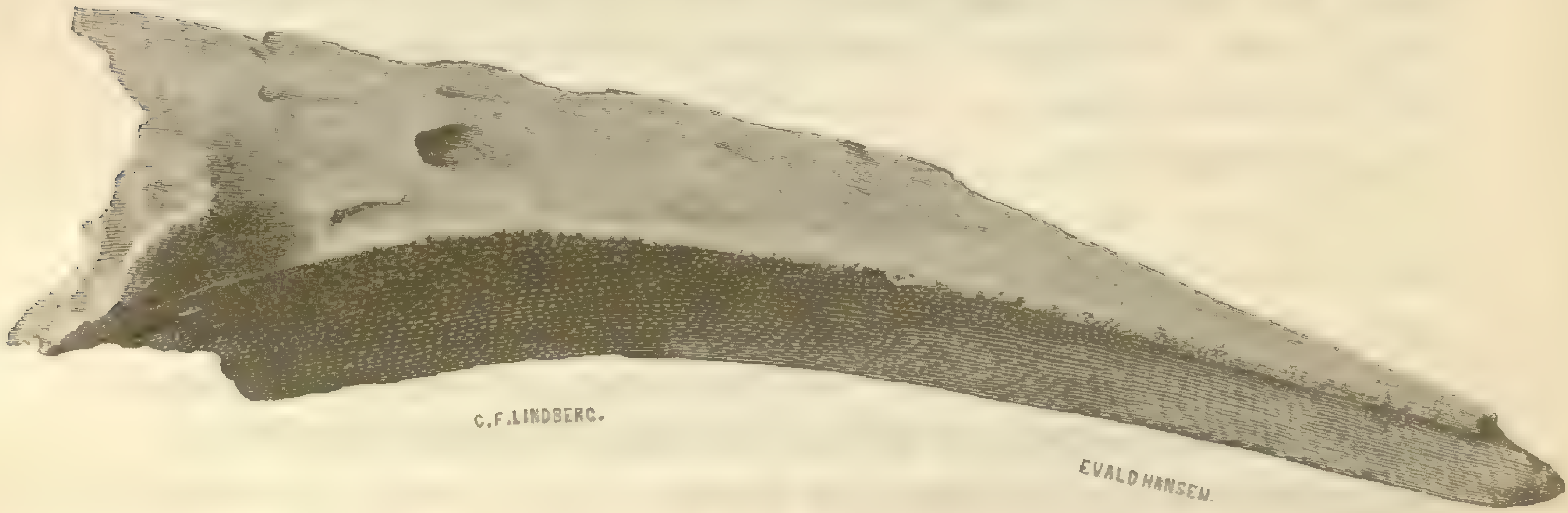


Fig. 2.

Benets längd från spetsen af processus orbitalis till den mest framskjutande delen af nosspetsen, som likväl är stympad, utgör i rakt mått 1100 mm.

Till färgen är benet grått, hvilket troligen är en följd deraf att det legat ofvanpå marken.

N:r 3 = Veg. Exp. N:r 1.

Detta ben, som är ett venstra öfverkäkben och förmodligen tillhört samma kranium som det näst förut under N:r 2 beskrifna och afbildade högra, är funnet på samma plats som detta, jemte åtskilliga ben utaf Balæna mysticetus, forma pitlekajensis, nämligen »vid Pitlekaj, ungefär hundra fot från stranden».

---

[1]) Se sidan 25.

Till färgen är det roströdt, hvilket synes utvisa att det legat nedbäddadt uti en jernhaltig sand. Sjelfva nosspetsen, som var afbruten, fans lyckligtvis uti samlingen, hvarigenom jag fick ett fullständigt begrepp om *hela* formen på detta ben; ty sjelfva spetsen var ostympad, och ytorna med alla deras vinklar så väl bibehållna på båda styckena, att den mindre delen hängde fast vid den större, då benen fogades tillsammans.

Att ytor och kanter, i jemförelse med N:r 2, hos hvilket dessa äro vittrade, så väl bibehållit sig, är naturligtvis en följd deraf, att det ben, hvarom här är fråga, legat nedbäddadt i marken.

Någon omständligare beskrifning af detta ben är ej af nöden, då figur lemnats.

Benets längd, båda styckena tillsammanstagna, från processus orbitalis till nosspetsen utgör 1110 mm.

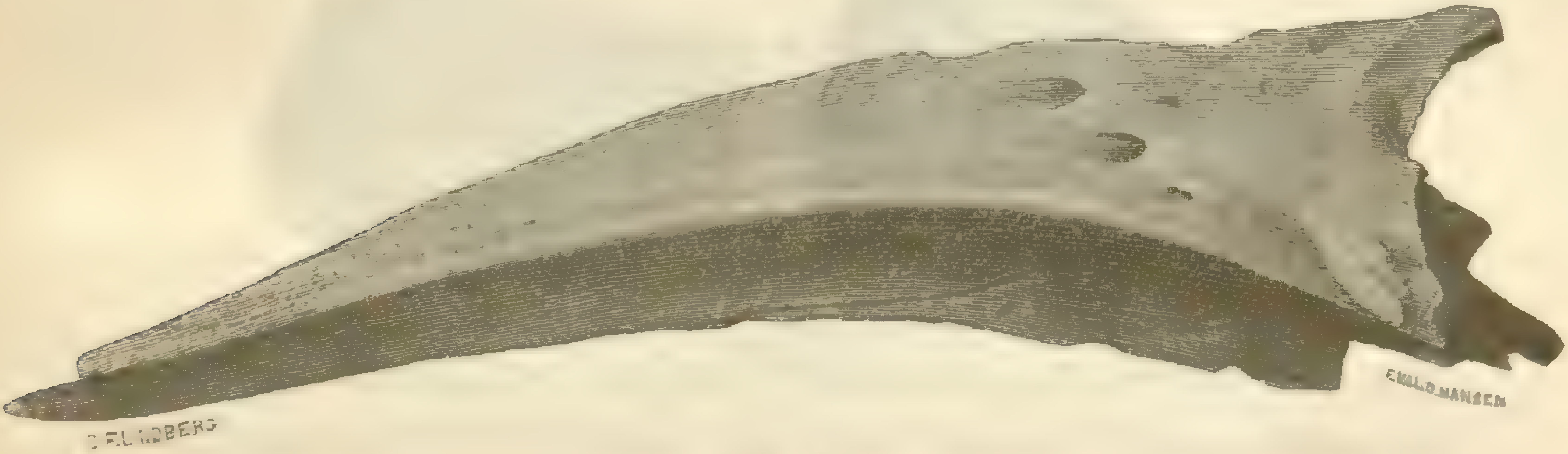


Fig. 3.

Os maxillare inferius.

N:r 18 = Veg. Exp. N:r 27.

Uti Vega-Expeditionens insamlingskatalog heter det under N:r 27: »halskotor af hval, köpta af en Jinretlenbo». De här föreliggande underkäksstyckena äro således ej upptagna i räkningen, troligen derför, att de ansetts som fragment af föga eller intet värde. För samma katalog äro de dock märkta med N:r 27.

Uti samlingen finnas tvenne likformigt, något litet framom foramen maxillare posterius, afsågade kondylstycken, således underkäkens bakre del, hvilka jag utaf skäl, som strax skola anföras, ansett mig böra föra till ifrågavarande art. Två utaf dessa, ett höger- och ett vensterstycke, N:r 18 a och 18 b, synas mig hafva hört till samma individ, det tredje, N:r 85, som äfven till storlek är likt de andra, är utaf venstra underkäken.

Alla tre äro mycket slitna och vittrade samt till färgen grå, antydande att de länge legat *på* marken; men då de sannolikt tillhöra den art, som här afhandlas och kanhända det förut, sid. 18 beskrifna kraniet N:r 53, uti hvars fossæ glenoidales de ganska väl passa, äro dessa stycken allt för väl förtjenta af att här afbildas och, så godt som materialet tillåter det, beskrifvas.

Hos alla tre observeras det egendomliga förhållandet att angulusknölen synes ha varit väl en half gång till så stor som condylus. — Hos den i detta arbete beskrifna Balæna mysticetus, forma pitlekajensis, äro de nästan lika stora, eller condulys snarast störst; hos ett exemplar af *Balænoptera rostrata* Fabr., forma norvegica mihi, i Göteborgs Naturhistoriska Museum, är angulusknölen mindre och, äfven från insidan sedt, omkring en tredjedel lägre än condylusknölen, som baktill är likasom vertikalt afhuggen och i det aldra närmaste lika långt tillbaka som den invändigt och baktill genom en djup ränna afskilda processus angularis, hvilken ränna ej når fram till och ligger nedanför foramen maxillare posterius. — Processus angularis, som, äfven invändigt sedd, är dubbelt så hög som processus condyloideus, hvilken baktill är sluttande afrundad, skjuter längre tillbaka än denna. Emellan dem båda finnes baktill och på insidan en ränna, som här öfvergår i foramen maxillare posterius. Condylus är ej obetydligt svängd utåt.

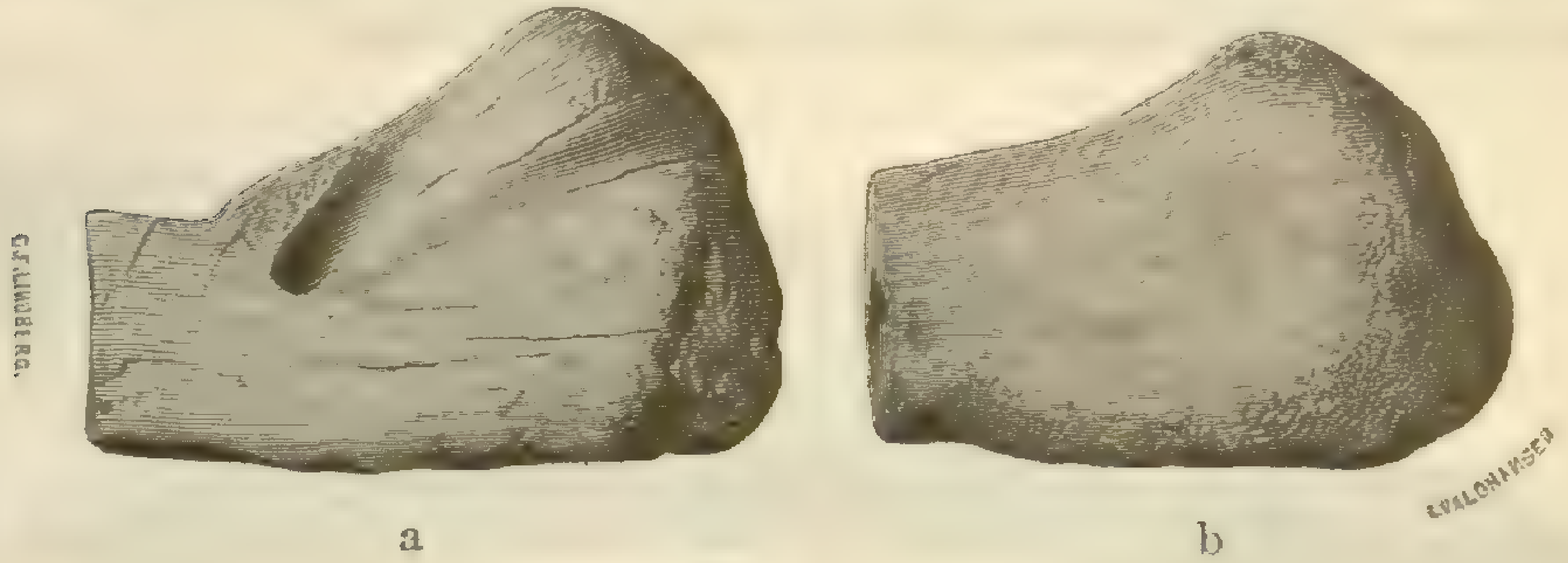


Fig. 18.

Då afsågningen skett bakom processus coronoideus, är ej något att säga om denna.

Till ränna i benet efter den under foster-lifstiden hos hvalar förekommande Meckelska strängen finnes *ej något* spår; och materialiet är i så godt skick, att sådant bordt kunna synas, i fall det funnits.

Vid trakten af foramen maxillare posterius är benet i höjdmål väl dubbelt så stort som i tvärmål, hvadan det derstädes kan sägas vara hoptryckt.

Totallängden utaf N:r 18 a utgör .... 380 mm.
» » » 18 b » .... 335 »
» » » 85 » .... 330 »

Hos 18 a är höjden af foramen max. post. vid den hela utkanten .... 34 »

Hos 18 a är bredden af foramen max. post. vid den hela utkanten .... 28 »

Balæna mysticetus

forma Pitlekajensis MALM.

Uti samlingen funnos bakhufvuddelar utaf fem stycken individer af olika åldrar; likväl ej utaf något särdeles gammalt, ehuru tvenne bland dem synas hafva tillhört väl utbildade exemplar; och utaf dessa antager jag till och med, att den ene, nämligen N:r 73, är utaf en fullväxt hane. Så väl hos denne som hos N:r 55, utaf hvilken här nedan lemnas en afbildning efter den på venstra sidan stympade bakhufvuddelen, äro kondylernas glidytor särdeles jemna genom den fullständigt utvecklade ossifikationen; hos de tre andra äro dessa ytor skrofliga och mycket porösa, hvadan man skulle vara böjd för att antaga, att hos de förra en om än ytterst tunn och fastväxt caudalepifys verkligen förefunnes, men att denna hos de senare ej ännu utbildats utan tillika med glidbrosket bortfallit. Alla dessa tre bakhufvuddelar, utaf hvilka två, nämligen N:r 56 och N:r 20 äro afbildade längre nedan, hafva tillhört yngre individer.

Grunddragen hos dem alla äro desamma. Inga andra afvikelser förekomma än sådana, som äro betingade af mer eller mindre framskriden ålder.

Sålunda är bland annat, hos ett af de äldre djuren, processus articularis ossis temporum jemförelsevis vida bredare och till utseendet ej så mycket inåt rigtad, som hos de yngre; hvartill kan läggas att midttrakten hos den äldre, N:r 55, tvärs öfver är mer plan, än hos de yngre.

Alla dessa bakhufvuddelar ha följande karakterer, som likaledes äro så karakteristiska för en *Balæna*. Nackebenets sidosuturer äro S-lika men med svaga böjningar. Konturerna af os temporale, såväl den inre, från sidan sedd, som den yttre, sedd bakifrån, äro likaledes S-lika, men med starka böjningar, särskilt den bakåt gående öfre.

N:r 55 = Veg. Exp. N:r 30.

Bakhufvuddel, funnen på kusten mellan Rirajtinop och Pitlekaj. På samma ställe fans den öfverkäk, hvilken längre ned är beskrifven och afbildad under N:r 19 = Veg. Exp. N:r 30; och hvilken att döma efter storleken, sannolikt tillhört samma individ, som den bakhufvuddel, hvilken här är afbildad och såsom följer, i korthet beskrifves.

Os occipitale, som nästan är plant, en kondylhöjd ofvan om foramen magnum till något öfver den mellersta tredjedelen, tvärs öfver taget, företer likväl i midttrakten en bred, längsgående konvexitet, som längre uppåt sammanflyter med den starka dylika, som är så utmärkande för en *Balæna*. På ömse sidor om den förstnämnda finnes en längsgående exkavation, hvars hela utsträckning likväl ej är längre än höjden af den ena kondylhalfvan.

Kraniets största bredd öfver tinningbenen, det venstra kompletteradt, utgör 2300 mm., rakt mätt[1]).

Bredden tvärs öfver båda kondyl-halfvornas glidytor, mätt efter rundning, 460 mm.

Största höjden af den högra kondylen, mätt efter rundning, utgör 300 mm., största bredden, såsom det vill synas, 200 mm.

Foramen magnum, som nästan är cirkelrundt, håller 109 mm. i höjd och 118 i bredd.

N:r 73 = Veg. Exp. N:r 71.

Bakhufvuddel från Pitlekaj.

---

[1]) Efter härpå grundad beräkning har hela skelettets totallängd utgjort omkring 12,800 mm., eller 43 svenska fot.

Detta fragment utgöres af nästan ingenting annat än kondyltrakten; men då denna är hel och särdeles väl bibehållen, ha vi antecknat några mått af den samma.

Bredden tvärs öfver båda kondylernas glidytor, mätt efter rundning, 450 mm.

Största höjden af högra kondylen, mätt efter rundning, utgör 290 mm.; största bredden 205.

Foramen magnum, som nästan är cirkelrundt, men åt höger till, uppåt, något snedt, håller 108 mm. i höjd och 122 i bredd.

N:r 59 = Veg. Exp. N:r 69.

Bakhufvuddel från Pitlekaj.

Os occipitale är visserligen något afvittradt på ytan, men man ser tydligt att de vid N:r 55 omtalade exkavationerna längs och utmed midttrakten af samma ben ej funnits hos kraniet i detta yngre stadium.

Processus articularis ossis temporum är visserligen till utseendet mer snedt neråtrigtad än hos N:r 55; men då jag jemför den äfven med bakhufvuddelar af följande, längre ned beskrifna och afbildade, hvilka tillhört ändå yngre individer än ifrågavarande, synes det tydligt, att nämnda processus först vid en mer framskriden ålder väsentligen tilltager i bredd, särskilt utåt till.

Denna är den enda utaf bakhufvuddelarna hos hvilken så mycket af os frontale sammanhänger, att äfven dess åtminstone venstra processus orbitalis förefinnes, hvilken dertill är oskadad. Uppifrån sedt beskrifver dess midtlinie mot kraniets längsaxel en vinkel af 120°, nämligen den framtill belägna, trubbiga. Denna processus är smal och nästan armlik. Dess orbitalrand utgör halfva periferien af en kort oval.

Kraniets största bredd öfver tinningbenen utgör, rakt mått, 1480 mm.

De starkt afvittrade kondylerna låta sig ej med noggrannhet uppmätas; men foramen magnum håller i höjd 98 mm. och i bredd 113.

Anm.: Den högra processus orbitalis förefans till sist äfven, samt bruten i tvenne delar, hvilka jag försåg med märkena N:r 100 och 101.

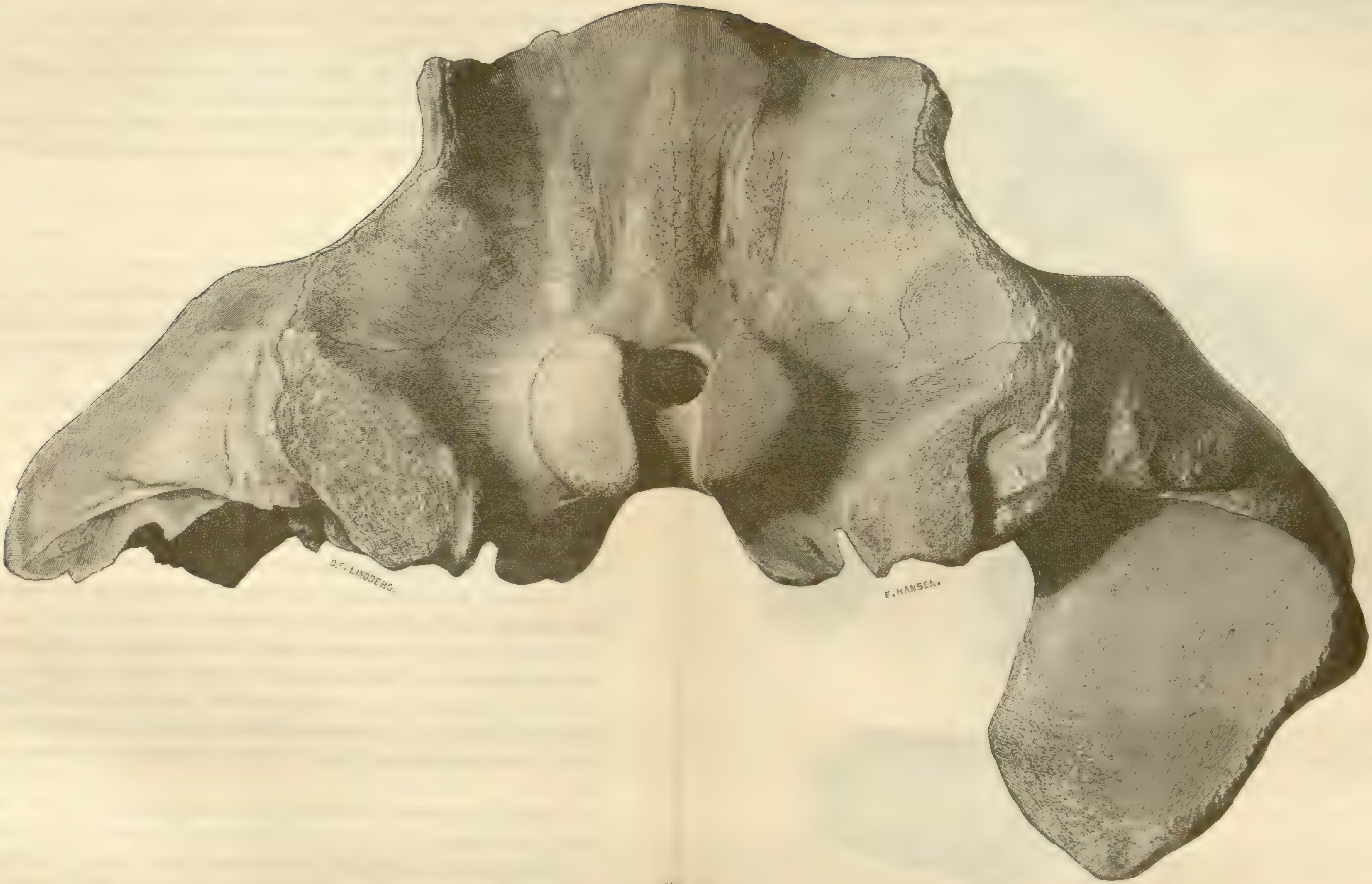

C. F. LINDBERG.
E. HANSEN.

Fig. 55.

N:r 56 = Veg. Exp. N:r 52.

Bakhufvuddel från Pitlekaj.

Os occipitale, som ett stycke ofvanför foramen magnum på ömse sidor af midttrakten, har en svag längsgående ex-

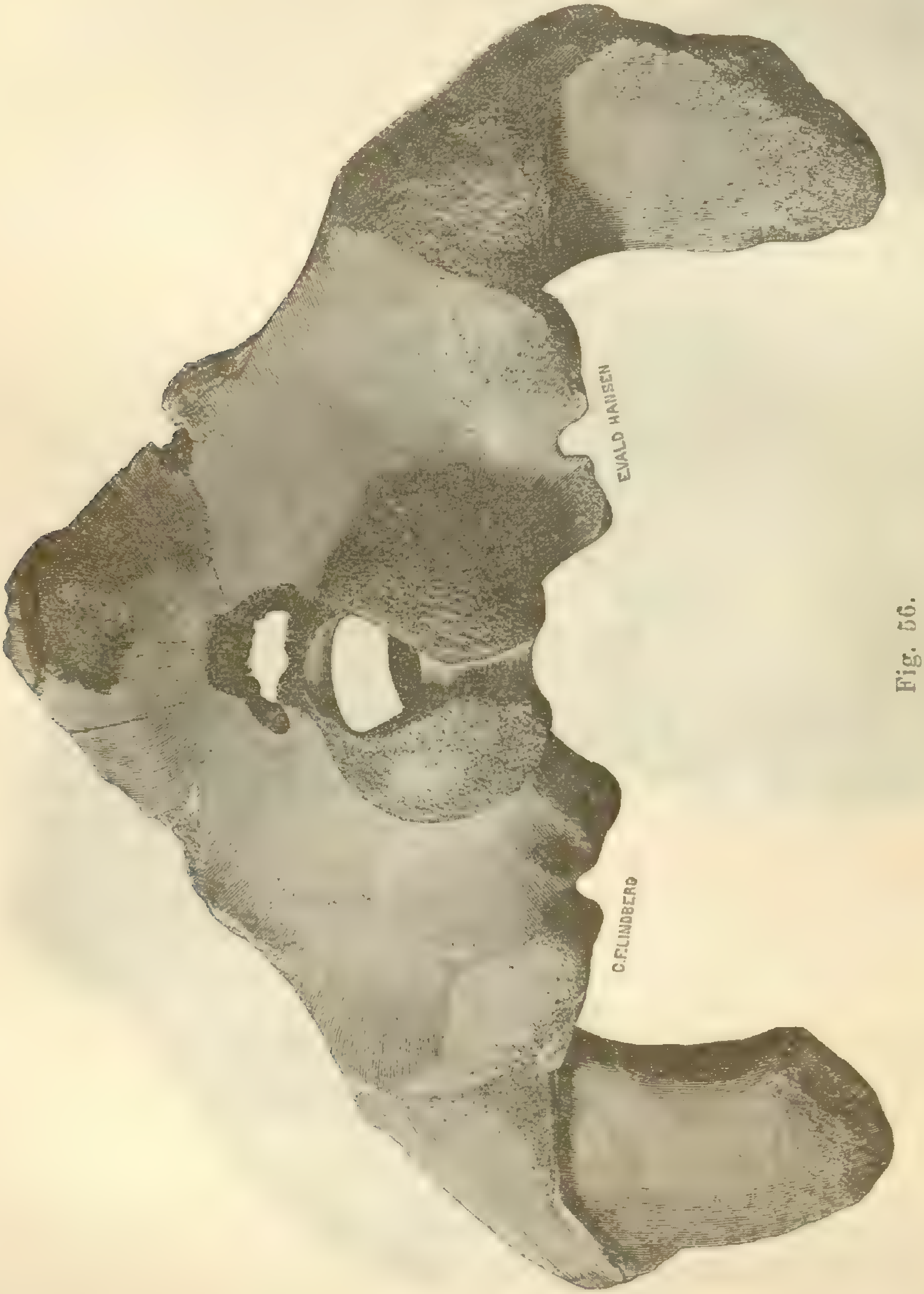


Fig. 56.

kavation antager såsom vanligt allt starkare konvexitet mot pannan till.

Jemfördt med näst förut beskrifna, N:r 59, och med efterföljande, N:r 20, är ingenting af vigt att anmärka, utom sådana åldersafvikelser, som redan i det föregående anförts.

Kraniets största bredd öfver tinningbenen utgör 1240 mm., rakt mått.

Bredden tvärs öfver båda kondylhalfvornas glidytor, mätt efter rundning, 330 mm.

Största höjden af högra kondylen utgör, efter rundning, 290 mm.; största bredden, såsom det vill synas, 150.

Foramen magnum, som är nästan cirkelrundt, håller 105 mm. i höjd och 107 i bredd.

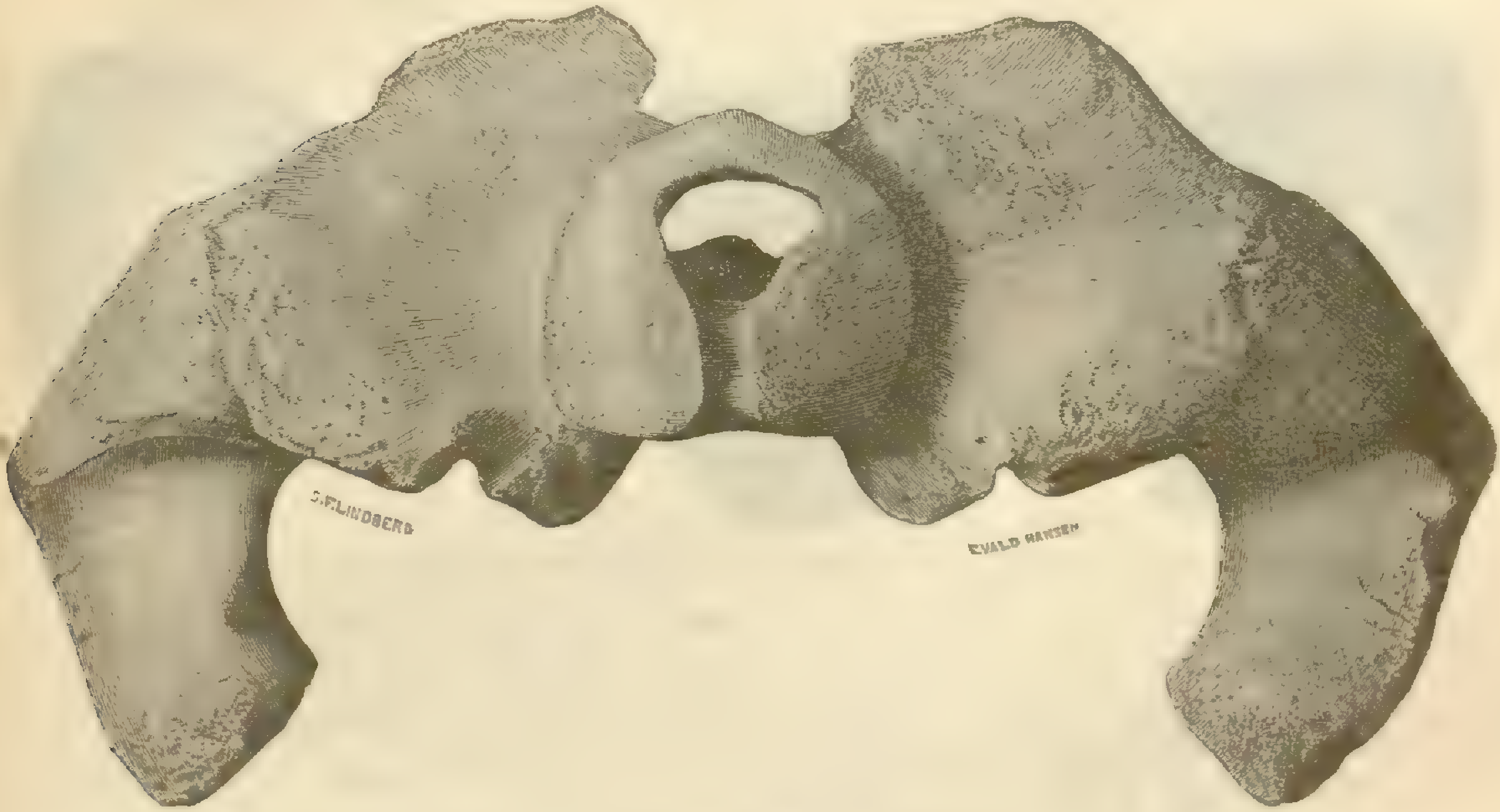


Fig. 20.

Anm.: Hithörande, lösa stycken funnos sedan, då jag verkstält första numreringen, nämligen basaldelen af os sphenoideum jemte ett litet stycke af vomer, som bära N:r 102; och främre delen af os occipitale, som märkts med N:r 103.

N:r 20 = Veg. Exp. N:r 32.

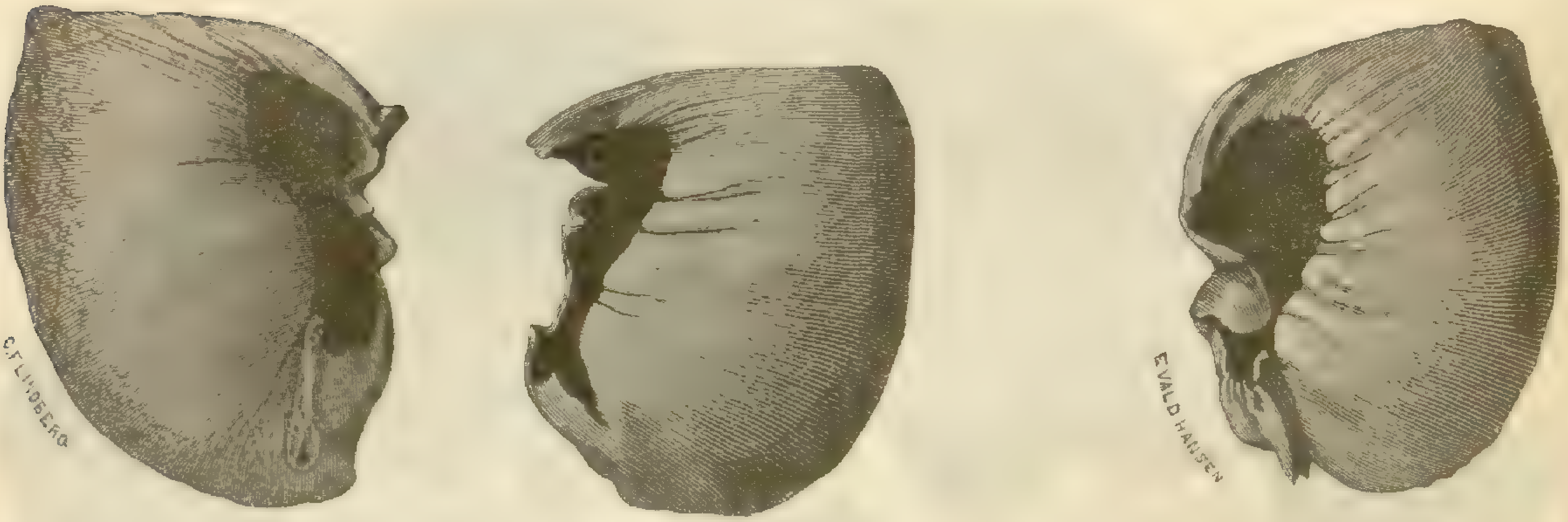
Denna mycket stympade och afvittrade bakhufvuddel, som fans vid Pitlekaj(?) upptages här endast derför, att den tillhört ett mycket ungt djur, som likväl innehar alla de karakterer, som äro utmärkande för denna art.

Kraniets största bredd infaller såsom vanligt öfver tinningbenen och visar sig i trots af afvittring hafva utgjort mellan 1150 och 2000 mm.

Höjden af foramen magnum utgör 104 mm. Bredden tycks ha varit nära densamma, men kan ej noggrant mätas, då ett stycke af kanten på den högra sidan är borta.

Bullæ tympani.

N:r 66 a = Veg. Exp. N:r 61.
» 289. Ej numreradt.



a b c

Fig. 66.

N:r 66 b = Veg. N:r 72.
» 66 c = » » 66.

Utaf sådana föreligga fyra stycken, hvilka allesammans insamlats vid Pitlekaj. Blott vid 66 b är under N:r 72 uti Vega-Expeditionens insamlingskatalog anmärkt, att den löstagits ur skallen. Hvilkendera skallen nämndes ej; men fyndet N:r 32, således den härstädes strax ofvan under N:r 20 beskrifna, är i samma katalog uppgifvet såsom »nackben och tympanal-ben».

Tvenne utaf dessa bullæ tillhöra högra och tvenne venstra sidan af hvartdera sitt kranium. Den ena af de förra är mycket stympad upptill, och har hon derför ej härstädes blifvit afbildad vid sidan af de öfriga.

Mått af N:r.	Höger		Venster	
	66 a.	289.	66 b.	66 c.
Totallängd	158	146 (+?)	156	148
Största tjockleken, hvilken ligger något nedom (bakom) midten	87	80	94	93
Tjocklek vid midten af sinus eller vid stället för den samma	57	45 (+?)	49	54
Tjocklek lika långt från nedra (bakre) ändan	58	60	54	56

66 a har tydlig sinus på insidan upptill och stark puckel på utsidans midttrakt.

289 har ingen sinus på insidan npptill och stark puckel på utsidans midttrakt.

66 b har ingen sinus på insidan upptill och mindre stark puckel på utsidans midttrakt.

66 c har ingen sinus på insidan upptill och mycket stark puckel på utsidans midttrakt.

Hvad som särskildt utmärker bulla tympani hos denna art, är den nästan rhombiska formen, hvilken bättre återgifves genom de här lemnade afbildningarna, än af beskrifningar, vore ock sådana än så noggranna. 66 c och 289 äro föga ansvälda på undra sidan, midt för nedre delen af öppningen, men 66 a och 66 b äro derstädes försedda med en stark ansvällning. Utmärkande är äfven benets starka nedtryckning på undersidan, åt utsidan till. Denna nedtryckning är nämligen så stark att benet derstädes är betydligt exkaveradt, hvilken exkavation fortsätter rännelikt till något nedom öppningens midttrakt. Härigenom är benets framkant jemförelsevis tunn, men dertill likasom tvärt afhuggen. På öfra sidan förekomma några större samt många mindre intryckta linier, hvilka tilltaga i storlek, då de sträcka sig snedt hän öfver columella. Ett och annat utaf de på denna sålunda uppkomna vecken är efter reglen större än de andra.

Anm.: Vid beskrifningarna och afbildningarna utaf bullæ tillhörande en annan hvalart, utaf hvilken Vega-Expeditionen likaledes hemfört åtskilliga skelettdelar, hafva vi funnit att den förut anförda »sinus» ej utgör annat än en tillfällig variation.

Ossa hyoidea.

N:r 45 = Veg. Exp. N:r 79; N:r 9 = Veg. Exp. N:r 13; N:r 32 & 33 = Veg. Exp. N:r 45; N:r 37 = Veg. Exp. N:r 55; N:r 40 = Veg. Exp. N:r 59.

Uti Expeditionens samlingar funnos fem stycken hyoidea samt ett stylo-hyoideum tillhörande bardhvalar. Utaf dessa höra tvenne tillsammans, nämligen hyoideum N:r 32 och stylo-hyoideum N:r 33. Endast för N:r 9 fans särskilt utsatt något närmare om de omständigheter, hvarunder fyndet gjordes; för alla de andra är ingenting anfördt, hvadan samtliga af den anledning antagligen dels funnits och dels inköpts i Pitlekaj.

Jag inser allt för väl att de längre ned afbildade fyra hyoidea i ej ringa mån erinra om hyoideum hos *Megaptera*, åtminstone derutinnan, att bakre kanten ej företer den karakter, som enligt D. F. ESCHRICHT och J. REINHARDT är så utmärkande för *Balænæ*, i ty att det om den heter[1]: »Rethvalernes Tungebeen adskiller sig derved fra Rörhvalernes, at Midtstykkets bageste Rand er jævnt udhulet, istedetfor at der hos Rörhvalerne her findes to Ophöininger med et Indsnit i Midten, omtrent som paa den forreste Rand». Jemföra vi emellertid t. ex. våra figurer 32 och 33 med fig. 25, pl. IV et V uti Ostéographie des Cétacées[2]), hvilken figur återgifver bilden af *hyoideum* och *stylo-hyoideum* hos en *Balæna mysticetus*, hvilken figur i grunden *i allt* liknar den härstädes afbildade N:r 32 och 33, äfven derutinnan att tvenne ej obetydliga processer förekomma, en på hvardera sida af en likaledes tydlig sinus i bakkanten af benets corpus, samt lika tydligt som hos vår fig. 37; lägga vi märke till att *tydliga* antydningar till något dylikt äfven förekommer hos vår fig. 45, som annars på det hela taget liknar fig. 8 på pl. VI uti samma arbete af VAN BENEDEN och GERVAIS, hvilken fig. återgifver *hyoideum* af ett annat exemplar af *Balæna mysticetus*, lägga vi märke till att sidohornen äfven hos alla våra hyoidea lika som de v. BEN—GERVAISKA äro båglikt bakåt böjda och utåt tjockast, och ej såsom pl. IX, fig. 7 hos nämnda författare utvisat förhållandet vara hos en *Megaptera*, nämligen *Lalandii*, hos hvilkens hyoideum sidohornen afsmalnande mot ändarne äro rakt utstående från corpus och till och med utåt äro något framåt böjda, hvartill kommer att stylo-hyoideum vid början af sin tredje tredjedel, räknadt från det mot hyoideum vända, smalare ändan, är knälikt böjdt till en vinkel af 125°, så synes det oss i sanning att samtliga hyoidalbenen i Vegasamlingen tillhöra ett och samma species; och att de skiljaktigheter, som förefinnas, dels månde tillhöra olika kön, dels utgöra individuela afvikelser och kanhända äfven framkallats af lokala förhållanden.

---

[1]) Om Nordhvalen, Kjöbenhavn 1861, sid (543) 111.

[2]) Ostéographie des Cétacés vivants et fossiles par M. M. VAN BENEDEN et PAUL GERVAIS. Paris 1868 &:cet.

Fyra utaf dessa hyoidea äro i grunden lika hvarandra derutinnan, att på dem alla större eller mindre konvexitet finnes på öfversidan af sidohornen ända ut till dessas ändar; och hos det ena utaf dem, nämligen N:r 37, har denna konvexitet öfvergått till en hög, afrundadt vinklad längsköl.

Härefter vilja vi nu anföra ett och annat om hvartdera af dessa ben, utaf hvilka det följande har alla karakterer utaf os hyoideum, sådant som det beskrifvits utaf t. ex. REINHARDT och ESCHRICHT. Alla afbildningar äro utaf öfra sidan.

N:r 45 = Veg. Exp. N:r 79.

Från Pitlekaj. Sidohornens ytterdelar äro på öfre sidan allt utåt ändarna föga konvexa, att ej säga plankonvexa, hvadan de i genomskärning ej äro nästan rundade såsom de fyra följande hyoidea, utan i stället ej obetydligt tillplattade samt jemförelsevis med dem äfven spensliga och långa. Härtill bör läggas att hos dessa mer eller mindre väl utbildade utskott finnas på bakre kanten, då deremot endast spår till sådana förekomma hos N:r 45, hvarför ock den mellan de samma förekommande sinus blott är föga utbildad.

Förutom hvad förut är nämndt, anmärka vi, att sidohornen hos det ifrågavarande hyoideum äro vida smalare i midttrakten än vid ändarne; att kanten beskrifver en i grunden jemn båge, som är afbruten endast på ömse sidor om midttrakten af en jemförelsevis föga upphöjd men icke desto mindre regulier upphöjning, det är tydliga spår till utskott[1]). Öppningen mellan främre hornen är utringadt triangellik. Det båglikt uppåt böjda benet är på undra sidan i midttrakten lätt exkaveradt, eller vid pass lika mycket som i bakkantens midttrakt.

Mått:

Längden af corpus midtåt, rakt mått[2])	125	mm.
Största afståndet mellan sidohornens ändar, rakt mått	760	»
Corpus tjocklek på midten	55	»
Det ena sidohornets bredd på midten	75	»
» » » tjocklek »	55	»

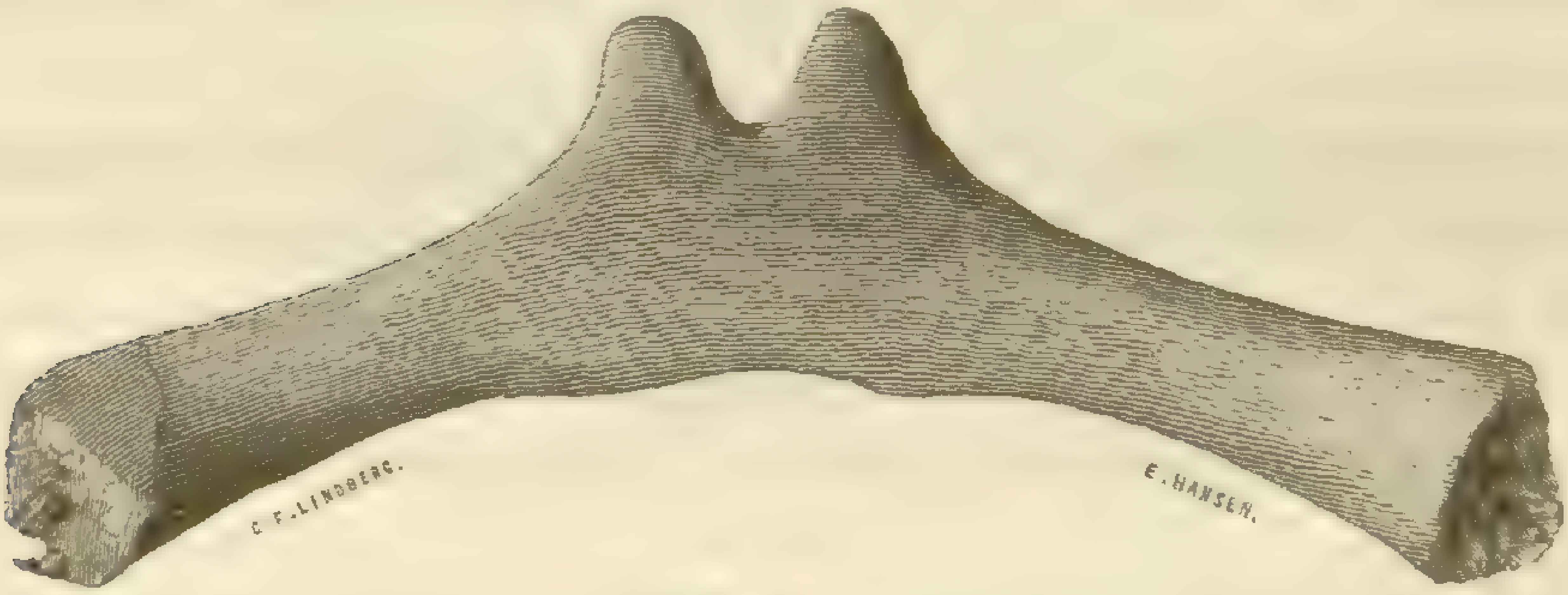


Fig. 45.

N:r 40 = Veg. Exp. N:r 59.

Från Pitlekaj.

Utaf de hyoidalben, hvilka vi nu gå att i korthet beskrifva och här afbildat, är detta ett utaf de största; och till det, som redan i det föregående kan vara nämndt, tillägga vi blott, att de på bakkanten förekommande utskotten äro jemförelsevis stora och formera emellan sig en större inbugtning, samt att från hvardera utaf dessa utskott en stark konvexitet fortlöper på benets undre sida till inemot benets framkant. Mellan dessa valklika konvexiteter finnes en ganska djup exkavation.

Längden af corpus midtåt .... 160 mm.

---

[1] Hyoideum hos det skelett af *Balæna mysticetus* från Grönland, som af författaren beskrifvits i Hvaldjur i Sveriges Museer. år 1869 — K. Vet. Akad. Handl. B. 9. N:o 2 — sid 32. hvilket på det hela taget är likt det, som här beskrifvits, men kanske något spensligare, mäter mellan sidohornens ändar omkring 720 mm., samt har på bakkanten ytterst svaga spår till utskott.

[2] På så sätt äro både hyoidea och stylo-hyoidea uppmätta.

Största afståndet mellan sidohornens ändar, rakt mått	700	mm.
Corpus tjocklek på midten	60	»
Det ena sidohornets bredd på midten	110	»
» » » tjocklek »	90	»

N:r 37 = Veg. Exp. N:r 55.

Från Pitlekaj.

Förutom den redan i det föregående anmärkta starkare vinklade kölen på sidohornens öfra sida, och en dylik men vida mindre på dess undre sida, är detta ben, med sina jemförelsevis ganska små utskott på bakkanten, i grunden så likt N:r 40, att endast de vanliga måtten här behöfva antecknas.

Längd af corpus midtåt	150	mm.
Största afståndet mellan sidohornens ändar, rakt mått	670	»
Corpus tjocklek på midten	62	»
Det ena sidohornets bredd på midten	105	»
» » » tjocklek »	115	»

N:r 9 = Veg. Exp. N:r 13.

Uti expeditionens katalog finnes vid N:r 13 antecknadt: »9 hvalben af olika slag, från trakten kring Irgunnuk». Utaf dessa äro en andra bröstkota, en femte d:o, ett refben af nionde paret samt en humerus längre ner under denna art närmare omtalade.

Det ifrågavarande hyoideum är likt N:r 37 och N:r 40, men det har knappt spår till kölning, hvarken på öfversidan eller på framsidan.

Längd af corpus midtåt	145	mm.
Största afståndet mellan sidohornens ändar, rakt mått	735	mm.
Corpus tjocklek på midten	65	»
Det ena sidohornets bredd på midten	102	»
» » » tjocklek »	100	»

N:r 32 = Veg. Exp. N:r 45.

Från Pitlekaj.

Detta hyoideum, till hvilket det nedanföre beskrifna stylo-hyoideum hör, är likt föregående; men hos det

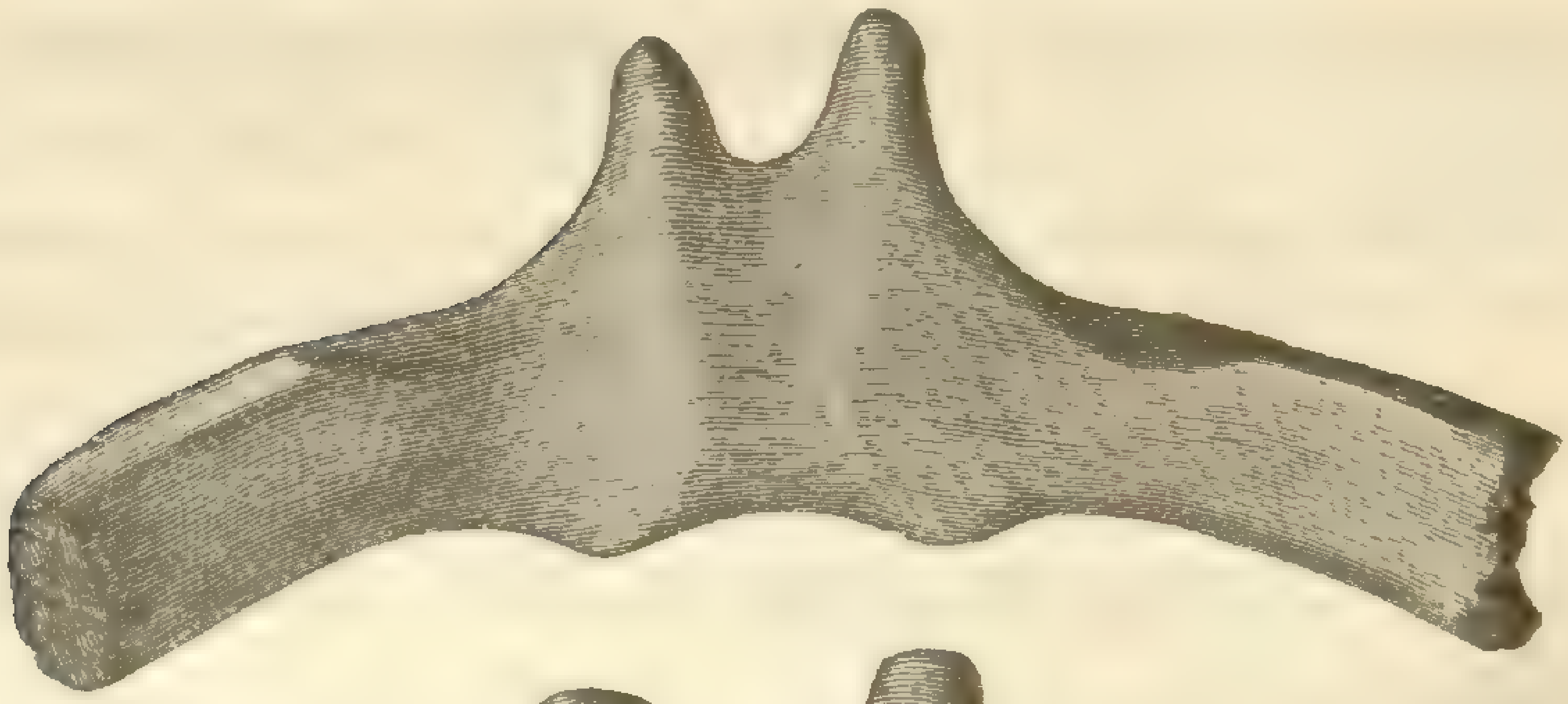


Fig. 37.

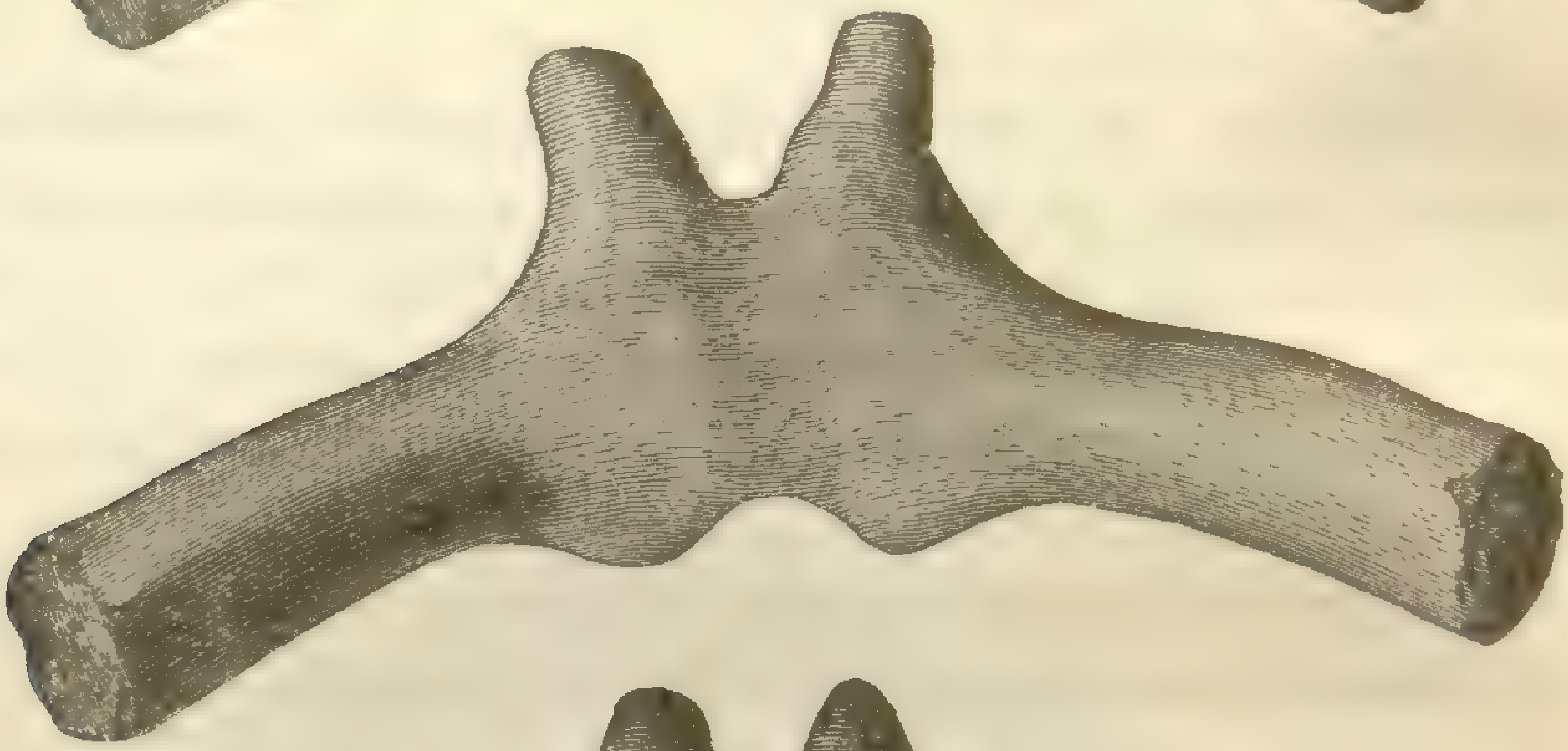


Fig. 9.

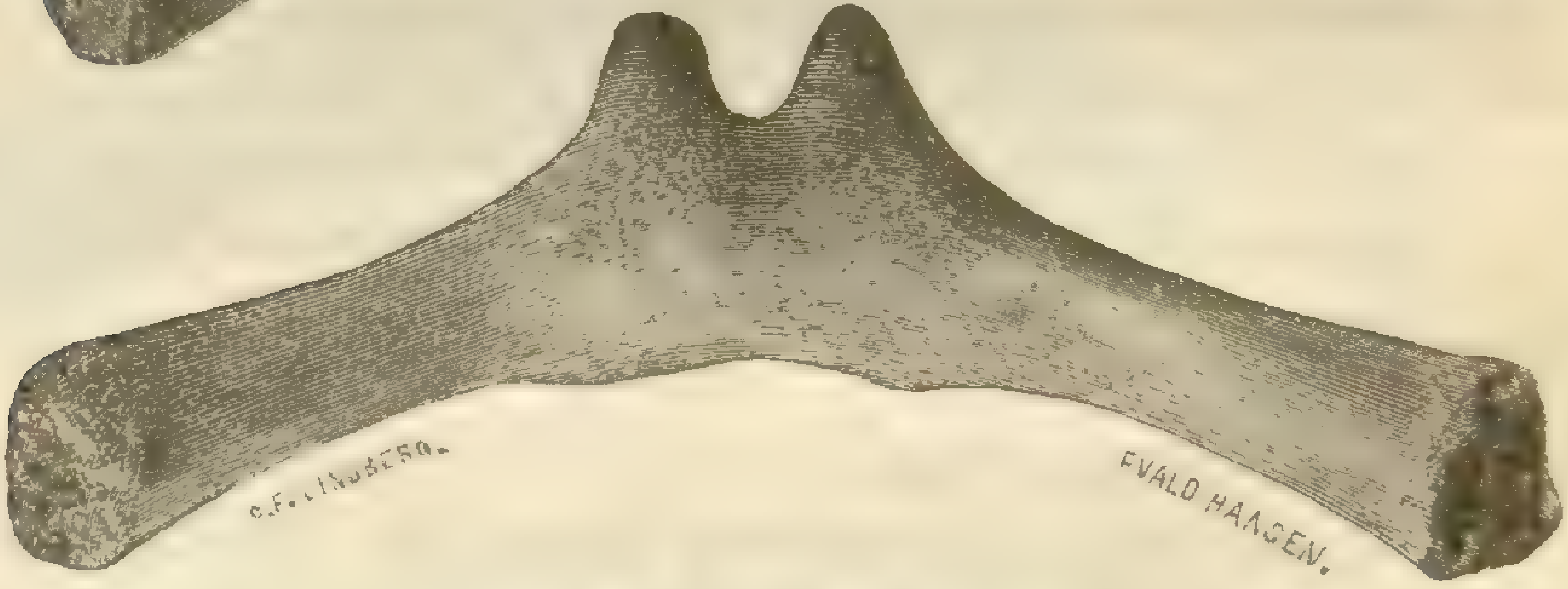

C.F. LINDBERG
EVALD HANSEN

Fig. 45.

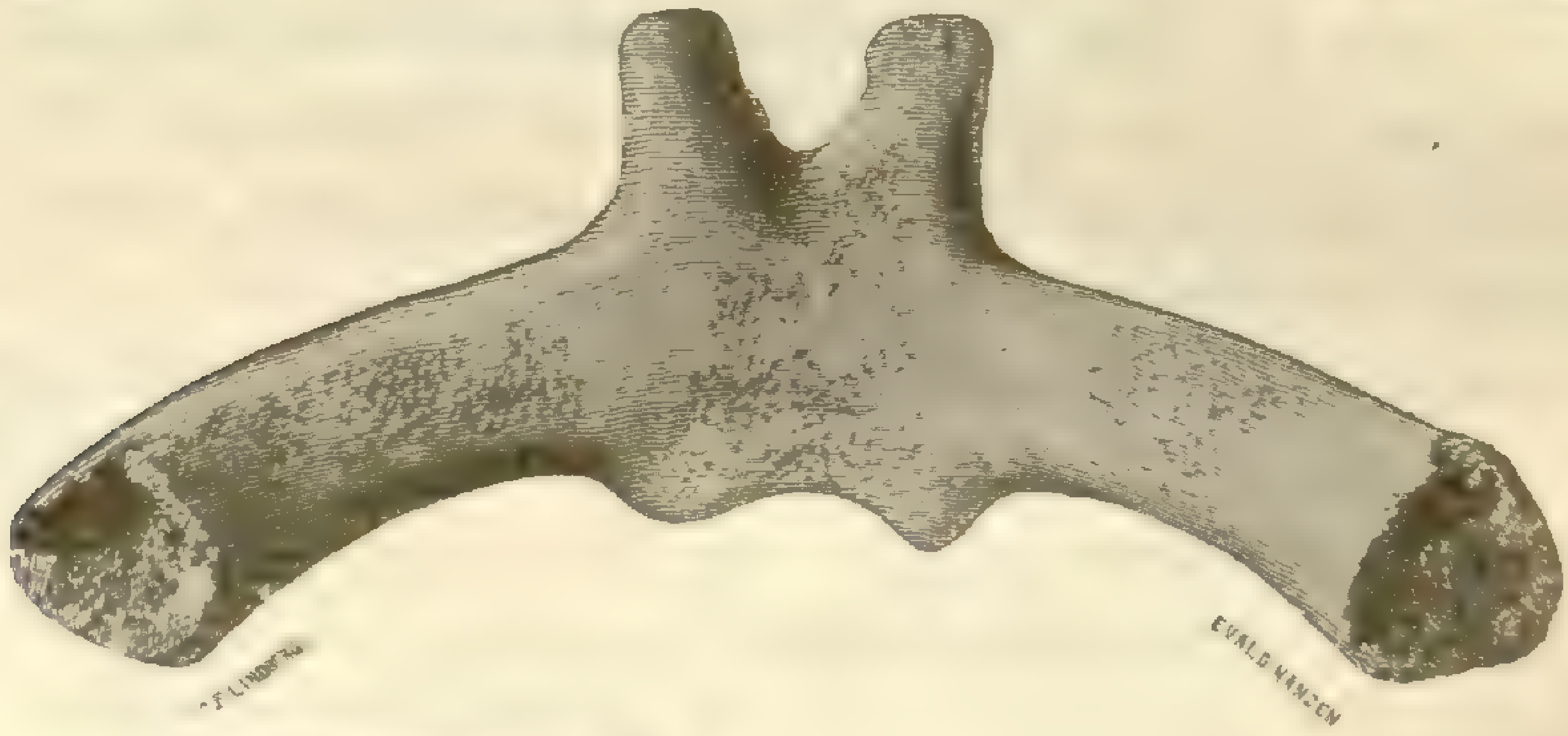

C.F. LINDBERG
EVALD HANSEN

Fig. 40.

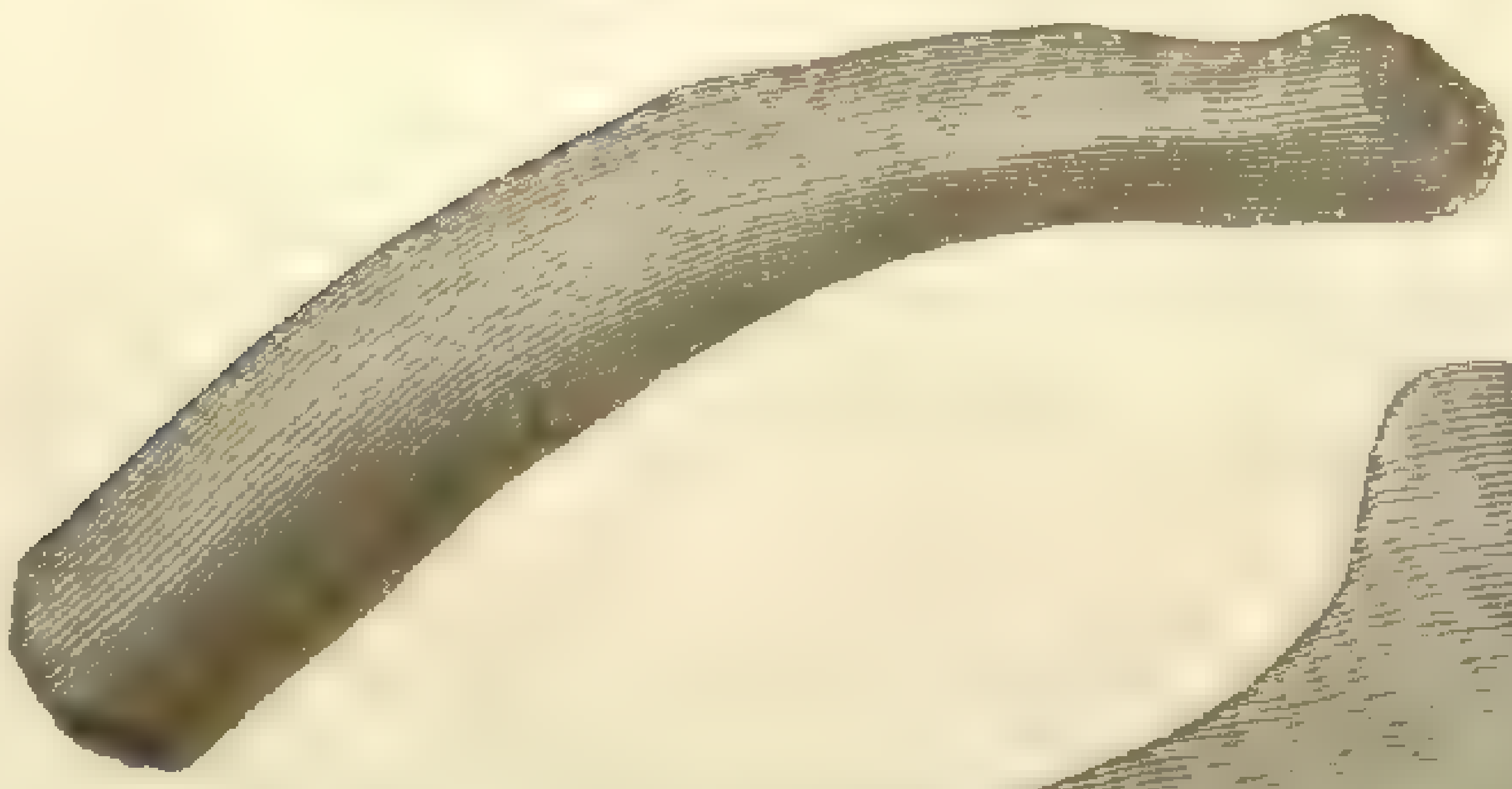


Fig. 33.

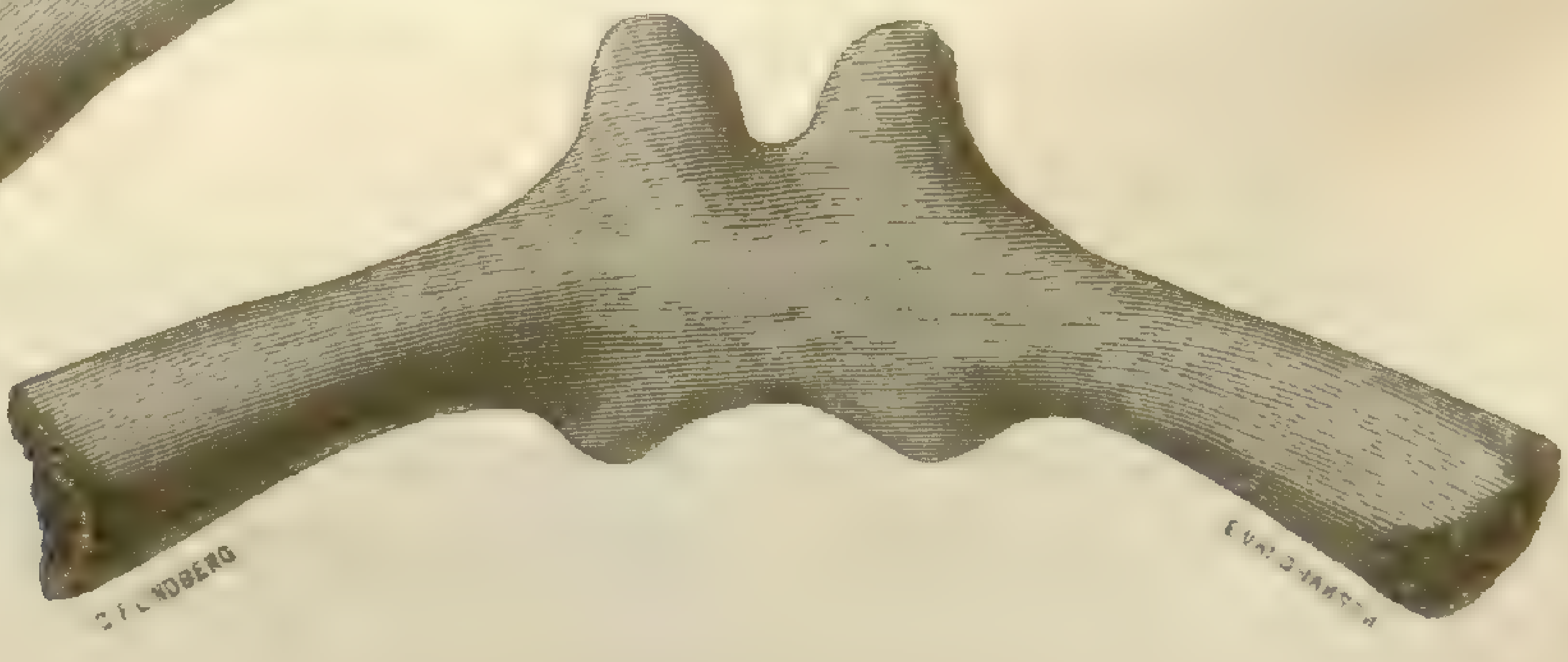

C.F. LINDBERG
EVALD HANSEN

Fig. 32.

ifrågavarande finnes ej spår till kölning på sidohornens öfra sida.

Längd af corpus midtåt	120	mm.
Största afståndet mellan sidohornens ändar, rakt mått	700	»
Corpus tjocklek på midten, omkring	54	»
Det ena sidohornets bredd på midten	88	»
» » » tjocklek »	98	»

Os stylo-hyoideum dextrum.

N:r 33 = Veg. Exp. N:r 45.

Detta ben fans vid Pitlekaj tillsammans med och hör till föregående hyoideum, således N:r 32.

Ofvanifrån sedt visar sig benet på framsidan ha en nästan jemn inbugtning; på baksidan en något större utbugtning. Den inåtvända ändan är nästan dubbelt smalare än den utåt vända, eller den, som är fäst vid os temporale, omedelbart bakom bulla tympani. Framifrån synes det svagt omvändt S-formigt böjdt.

Mått:

Benets största längd	420	mm.
» » bredd vid inre ändan	46	»
» » » » yttre »	72	»
» » tjocklek vid inre »	45	»
» » » » yttre »	83	»

Os maxillare superius.

N:r 19 = Veg. Exp. N:r 30.

På samma ställe, Rirajtinop vid Pitlekaj, som bakhufvuddelen N:r 55 fans, togs äfven den högra öfverkäken utaf ett likaledes utbildadt individ, hvilken vi här afbildat och nu i korthet vilja beskrifva. Otvifvelaktigt hör den till nämda bakhufvuddel.

Denna öfverkäk är likväl ej fullständig, enär ett stycke af nosspetsen är borta, likasom ett ej obetydligt stycke utaf bakre delen af processus orbitalis.

I rakt mått mäter det stycke som finnes 3620 mm. Processus palatinus finnes och skjuter omkring 50 mm. längre

C.F.LINDBERG
LYAL D HANSEN

Fig. 19.

tillbaka än den stympade delen af processus orbitalis, från hvilken förenämnda mått tagits.

Efter rundning från nämnda punkt till den afbrutna spetsen af öfverkäksstycket, håller detta 3940 mm. i längd, mätt efter käkens utkant. Vid slutet af första metern, räknadt bakifrån och mätt såsom nyss blifvit nämndt, håller käken i höjd från utkanten till kanten intill hvilken os intermaxillare legat, samt mätt tvärs öfver den starkt inbugtade ytan och vinkelrätt mot käkens utkant, 460 mm.; rakt mätt, 447.

Vid slutet af andra metern, resp. 178 och 173. Vid slutet af tredje metern, resp. 100; men här har ytan tvärs öfver en så ytterligt svag exkavation, att den nästan är plan.

Vid förstnämnda ställe sänker sig längsexkavationen 40 mm. under en linie[1]), som drages rakt mellan ändpunkterna för mätningen; vid det i ordningen andra stället, resp. 20 mm., samt vid det 3:dje, 1 mm.

---

[1] Sidan af öfverkäkbenet på skelettet af grönlandshvalen i Riksmuseum synes ej vara så konkav; men det har ock tillhört ett större minst 14 meters individ.

Den vinkel, som uppkommer om man drager en linie *midtåt* öfverkäkssidans bakre hälft samt en dylik *midtåt* processus orbitalis, mäter vid pass 135°.

Förutom detta öfverkäksstycke förefinnes i samlingen en vid basen afbruten processus orbitalis af venstra öfverkäken, hvilken törhända hört till samma individ som förenämnda öfverkäk.

Mätt utefter utkanten, rakt mått, håller denna processus 1240 mm. i längd.

Utaf mig har den signerats med N:r 74; men var ej numrerad för eller upptagen i Vega-Expeditionens insamlingskatalog.

N:r 11, venstra öfverkäkbenet och 11 a samt 11 b, det i två stycken afbrutna, tillhörande os intermaxillare = Veg. Exp. N:r 16.

Dessa ben, som funnos öster om Pitlekaj, samt »omkring 2000 fot från fyndstället för N:r 1», hvilka i det aldra närmaste äro fullständiga, förer jag tills vidare till samma species som de förut beskrifna, änskönt några små afvikelser förekomma, hvilka strax skola blifva anmärkta. Bensubstansen är hvit och temligen fast; men de synas mig hafva tillhört ett mycket ungt individ, som ej hållit mer än omkring 10 meter i totallängd.

Midt på utsidan af processus orbitalis nedgår en stark köl, äfvensom en tjockare, rundad sådan på framkanten upptill; förhållanden, hvarigenom den ej obetydligt afviker från den förut beskrifna stora käken, eller N:r 19. Hos denna finnes nämligen ej den främre och knappt spår till midtkölen utvändigt.

I rakt mått mäter öfverkäken från ändan af processus orbitalis till käkens spets framtill 2615 mm.; efter rundning utmed käkens utkant, mellan nämnda punkter, 3200 mm.

Käkens höjd från utkanten till den kant, intill hvilken mellankäkbenet sluter sig, mätt på de anatomiskt motsvarande ställen till dem, som lades till grund för mätningarna af nyss förut beskrifna stora högerkäk, håller, likaledes bakifrån räknadt, resp. 300, 90 och 30 mm., rakt mått; samt tvärs öfver ytan mätt, resp. 295, 97 och återigen 30, derför att ytan här i det aldra närmaste är fullkomligt plan, tvärs öfver.

På samma ställen sänker ytan sig under en rät linie, som drages mellan nämda punkter, till resp. 13, 14, $^1/_2$ mm., hvaraf synes att öfverkäksbenets utsida i baktrakten är *jemförelsevis* ganska starkt längsåt exkaverad.

Afståndet från en rät linia, dragen mellan käkens ofvan nämnda ändpunkter till käkkantens högsta böjning uppåt, hvilken infaller något framom midten emellan samma ändpunkter, utgör 710 mm.

Den vinkel som öfverkäkens bakre hälfts längslinie, midtåt, bildar mot en på samma sätt dragen linie på utsidan af processus orbitalis, mäter vid pass 115°.

Hos ett så ungt individ som detta är processus orbitalis jemförelsevis tunn och skarp i kanten, framförallt i nedre hälften af framkanten.

Då man ställer käken på dess ändar och så, att utkanten ligger vertikalt öfver den, går käkkantens båge så omärkligt öfver i processus orbitalis, att man vid öfvergången märker blott en helt obetydlig inbugtning.

Os intermaxillare, likaledes det venstra, når inemot 200 mm. framom spetsen af os maxillare superius. Dess totallängd efter rundning vid föreningsstället med os maxillare, utgör 2750 mm.; men baktill skjuter dess öfre del omkring 70 mm. längre bakåt, än dess nedre,

Från sidan sedt visar det sig hafva en ganska betydlig sänkning i bakre trakten för superficies nasalis; framom den samma deremot en nära dubbelt större höjd, hvarefter denna långsamt och i grunden regelmässigt aftager mot nosspetsen. Benets utsida är baktill temligen starkt exkaverad, hvilken exkavation fortlöper på benets nedra del till sex sjundedelar af benets längd, räknadt bakifrån; på den sista, det är den främsta, sjundedelen är benets utsida tvärs öfver lätt konvex ända ned till suturen.

N:r 98 = Veg. Exp. N:r 67.

Från Pitlekaj.

Os intermaxillare sinistrum, nämligen ett 900 mm. långt midtstycke, hvars dimensioner antyda att det tillhört ett ungt, men icke desto mindre temligen utbildadt individ.

Os maxillare inferius.

Utaf underkäkar hörande till denna art förekomma i samlingen blott fragment och utaf sådana, på ett undantag när, blott kondylstycken, således underkäkens bakre del. Genom de yx- och sågmärken, som efter reglen finnas på allesamman, tvärsöfver och merendels strax framom coronoidaltrakten, synes det tydligt att innevånarne på orten betjena sig af underkäksbågen eller rättare af enskilda delar utaf densamma, framför allt den hårdare ytan utaf benet, för hvarjehanda ändamål.

Sådana bak- eller kondylstycken utaf underkäkar, tillhörande högra sidan, förefinnas flera stycken, samt af venstra sidan sex, men dessa synas samtligen hafva tillhört minst sju olika individer, dels af betydligare och dels af mindre storlek. Några utaf dessa benstycken äro likväl i ett i hög grad förvittradt tillstånd; men sådana synas hafva funnits liggande *på* jorden. Andra deremot visa tydligt att de åtminstone till en större eller mindre del af sin massa befunnits nerbäddade i jorden, förmodligen något jernhaltig sand, hvilken gifvit en ljust roströd färg åt ett par af dessa ben, likasom åt några andra skelettdelar i hithörande Vegasamlingar. Jag har derför ej ansett det vara utaf vigt att afbilda mer än ett sådant benstycke, nämligen N:r 15, hvilket tillhört den venstra underkäken, och, då detta är i bättre skick än de öfriga, beskrifves det här nedan först af dem alla samt något omständligare.

N:r 15 = Veg. Exp. N:r 21.

Baktrakt af venstra underkäken, hvilken, enligt Vega-Expeditionens insamlingskatalog, jemte »åtskilliga hvalkotor, refben m. m. inköpts af en Tschutsch från Irgunnuk». Beskrifningar på dylika, till arten hörande ben, förekomma under olika rubriker längre ned.

Benets största vertikala höjd, då det hvilar i naturligt läge, utgör öfver öfversta delen af condylus 519 mm., samt öfver knölen ofvantill, men omedelbart framom foramen maxillare posterius, 435 mm. Största bredden af hela kondyltrakten baktill, rakt mätt, 400 mm. Foramen max. posterius håller 150 mm. i höjd och 120 i bredd, hvilket jemförelsevis med höjden, stora tvärmål, gör att samma foramen är nästan cirkelrund, hvilket förhållande gent emot rörhvalarna synes vara karakteristiskt för räthvalar.

Utvändigt finnes framom condylus, framförallt upptill, en stark exkavation tvärsöfver till den djupa ränna, som upptill afskiljer condylus från nämnda foramen, med sin framom liggande ansvällning. Hvarken på detta benstycke eller på något af de andra har processus coronoideus blifvit sparad, förutom, såsom det synes på figuren, dess bakre del, hvilket kan synas af konturens lätta stigning uppåt, omedelbart bakom det gjorda inhugget.

Processus condyloideus är genom en ej obetydlig försänkning, som bakpå går snedt öfver benet, skild från angulus, hvilken i midttrakten af benets totallängd, sedt bakifrån, framskjuter som en ganska stark knöl, hvars öfra del ligger något högre än nedra kanten af foramen maxillare posterius. Från nedra sidan af detta nedgår båglikt en slutligen grund ränna, hvilken omsider något närmar sig benets underkant. Denna ränna är märke efter Meckelska strängen under foster-lifstiden.

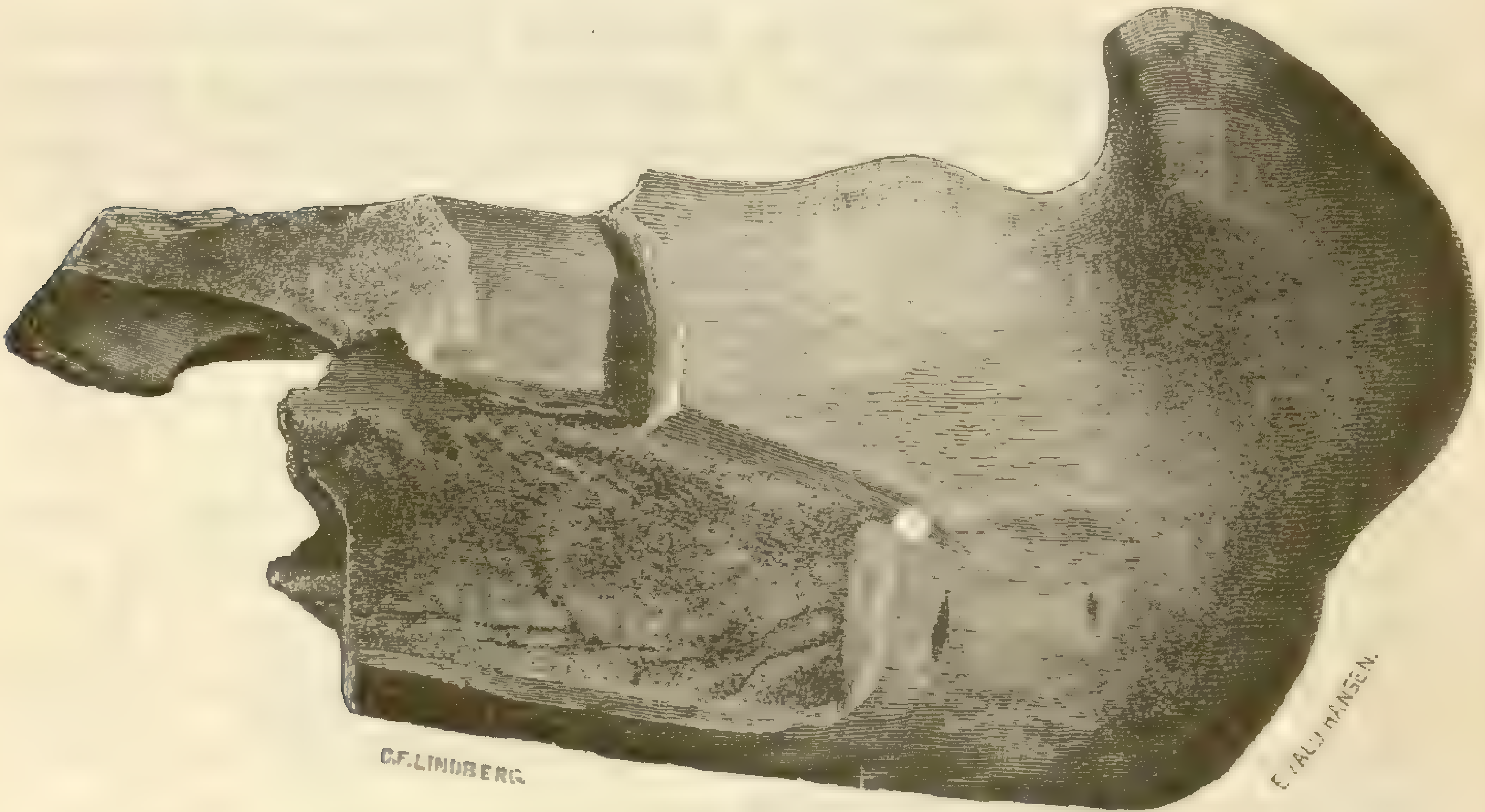


Fig. 19.

N:r 75 = Veg. Exp. N:r 5.

Baktrakt af venstra underkäken, enl. Vega-Expeditionens insamlingskatalog »funnen öster om Pitlekaj, omkring 2000 fot från fyndstället N:r 1», hvilket enligt samma katalog ligger »ungefär 100 fot från stranden».

Benets största vertikala höjd	650	mm.
Höjd öfver knölen ofvantill, men omedelbart framom foramen maxillare posterius	590	»
Största bredden af kondyltrakten	450	»
Foramen max. post., största höjd	190	»
» » » » bredd	150	»

N:r 76 = Veg. Exp. N:r 11.

Baktrakt af venstra underkäken, hvilken enligt Vega-Expeditionens insamlingskatalog inköpts af en Tschutsch från Jinretlen, »jemte ett refben, ett skulderblad och en kota», hvilka längre nedan här äro anförda.

Benets största vertikala höjd	480	mm.
Höjd öfver knölen ofvantill, men omedelbart framom foramen maxillare posterius	430	»
Största bredden af kondyltrakten	360	»
Foramen max. post., största höjd	150	»
» » » » bredd	120	»

N:r 77 = Veg. Exp. N:r 1.

Baktrakt af venstra underkäken, hvilken enligt Vega-Expeditionens insamlingskatalog »funnits i närheten af Pitlekaj, ungefär 100 fot från stranden, tillsamman med ett refben, ett humeralben och några kotor, tillhörande samma skelett».

Benets största vertikala höjd	540	mm.
Största bredden af kondyltrakten	400	»

De öfriga måtten kunna ej med säkerhet tagas derför att benet är skadadt.

N:r 83 = Veg. Exp. N:r 51.

Baktrakt af venstra underkäken. Då detta ben fans vid Pitlekaj i närheten af den bakhufvuddel, som under N:r 56 är beskrifven och afbildad längre tillbaka, och då båda på grund af sina mindre betydliga dimensioner o. s. v. hafva tillhört mindre och ej utbildade exemplar, torde det vara antagligt att dessa ben tillhört ett och samma skelett.

Höjd öfver knölen ofvantill, men omedelbart framom foramen maxillare posterius	460	mm.
Foramen max. post., största höjd	160	»

Då benet är starkt förvittradt, kunna de andra måtten ej tagas med någon säkerhet.

N:r 78. (Ej numreradt för Vega-Expeditionens katalog). Baktrakt af venstra underkäken.

Benets största vertikala höjd	380	mm.
Största bredden af kondyltrakten	270	»

Då benet är mycket skadadt, kunna de öfriga måtten ej tagas med någon säkerhet.

N:r 60 = Veg. Exp. N:r 21.

Baktrakt af högra underkäken, »inköpt af en Tschutsch från Irgunnuk jemte åtskilliga hvalkotor, refben m. m.,» enligt Vega-Expeditionens insamlingskatalog.

Benets största vertikala höjd	570	mm.
Höjd öfver knölen ofvantill, men omedelbart framom foramen maxillare posterius	460	»
Största bredden af kondyltrakten	400	»
Foramen max. post., största höjd	150	»
» » » » bredd	110	»

N:r 79 = Veg. Exp. N:r 1.

Baktrakt af högra underkäken, hvilken enligt Vega-Expeditionens insamlingskatalog »funnits i närheten af Pitlekaj, ungefär 100 fot från stranden, tillsamman med ett refben, ett humeralben och några kotor». Det i fråga varande benet fans således jemte den förut under N:r 77, beskrifna baktrakten af venstra underkäken; och så väl dimensionerna som benets utseende för öfrigt bära tydligt vittne om, att de tillhört ett och samma individ, oaktadt den afvikelse, som förekommer vid fråga om höjden hos dessa ben.

Benets största vertikala höjd	550	mm.
Höjd öfver knölen ofvantill, men omedelbart framom foramen maxillare posterius	450	»
Största bredden af kondyltrakten	400	»
Foramen max. post., största höjd	180	»
» » » » bredd	120	»

N:r 80 = Veg. Exp. N:r 44.

Baktrakt af högra underkäken, hvilken enligt Vega-Expeditionens insamlingskatalog funnits vid Pitlekaj »tillsammans med ett nackben och åtskilliga andra kranialben», hvilka tillhöra en helt annan hvalform utaf rörhvalarnes afdelning, och hvilka i det föregående äro beskrifna.

Foramen max. post., största höjd .... 200 mm.

De öfriga måtten kunna ej tagas med någon säkerhet af den anledning, att benet är starkt förvittradt.

N:r 81 = Veg. Exp. N:r 1.

Baktrakt af högra underkäken, enligt Vega-Expeditionens insamlingskatalog funnen på samma ställe som den i det föregående under N:r 79 beskrifna.

Benets största vertikala höjd .... 580 mm.
Största bredden af kondyltrakten .... 370 »

För öfrigt är benet så sönderhugget, att de öfriga måtten ej kunna tagas med något slags säkerhet.

N:r 82 = Veg. Exp. N:r 1.

Baktrakt af högra underkäken, funnen enligt insamlingskatalogen på samma ställe som de förut anförda N:r 79 och 81, hvilka ock tillhöra högra underkäken.

Benets största vertikala höjd .... 580 mm.
Största bredden af kondyltrakten .... 390 »

För öfrigt är benet så sönderhugget, att de öfriga måtten ej kunna tagas med något slags säkerhet.

N:r 99. (Ej numreradt för Vega-Expeditionens insamlingskatalog).

Ett 870 mm. långt stycke, utgörande främre delen af högra underkäken af ett yngre individ.

Den framåt föga uppstigande undre konturen och den likaledes framåt, men ändå längre bakifrån sig båglikt sänkande öfre konturen, hvilka konturer framtill förena sig på sådant sätt, att benet derstädes blir nästan spetsigt, antyda tillräckligt att benet hörer till ifrågavarande art.

Den vida och djupa alveolar-rännan skär sig framtill på utsidan af benet ned till midten af benets höjd derstädes.

Framtill har benet på insidan en stark längsköl; och isynnerhet nedanför denna köl är benet längsåt starkt exkaveradt.

Benets största höjd, som infaller 300 mm. bakom främre ändan, utgör 160 mm.; dess största tjocklek på samma ställe är 50 mm.

Vertebræ colli.

Vegas rika samling utaf ben hörande till ifrågavarande art innehåller halskot-partier af sex individer, hvilka partier alla sammans äro i ett särdeles godt tillstånd, utom det att åtskilliga af de fem sista kotornas diapofyser eller ock, der sådana förekomma, parapofyser äro mer eller mindre defekta. Ett utaf dessa partier är utaf ett mycket ungt individ, två af mer utbildade, samt tre utaf efter allt utseende fullt utbildade, om ock ej alla dessa af fullständigt utväxta individer.

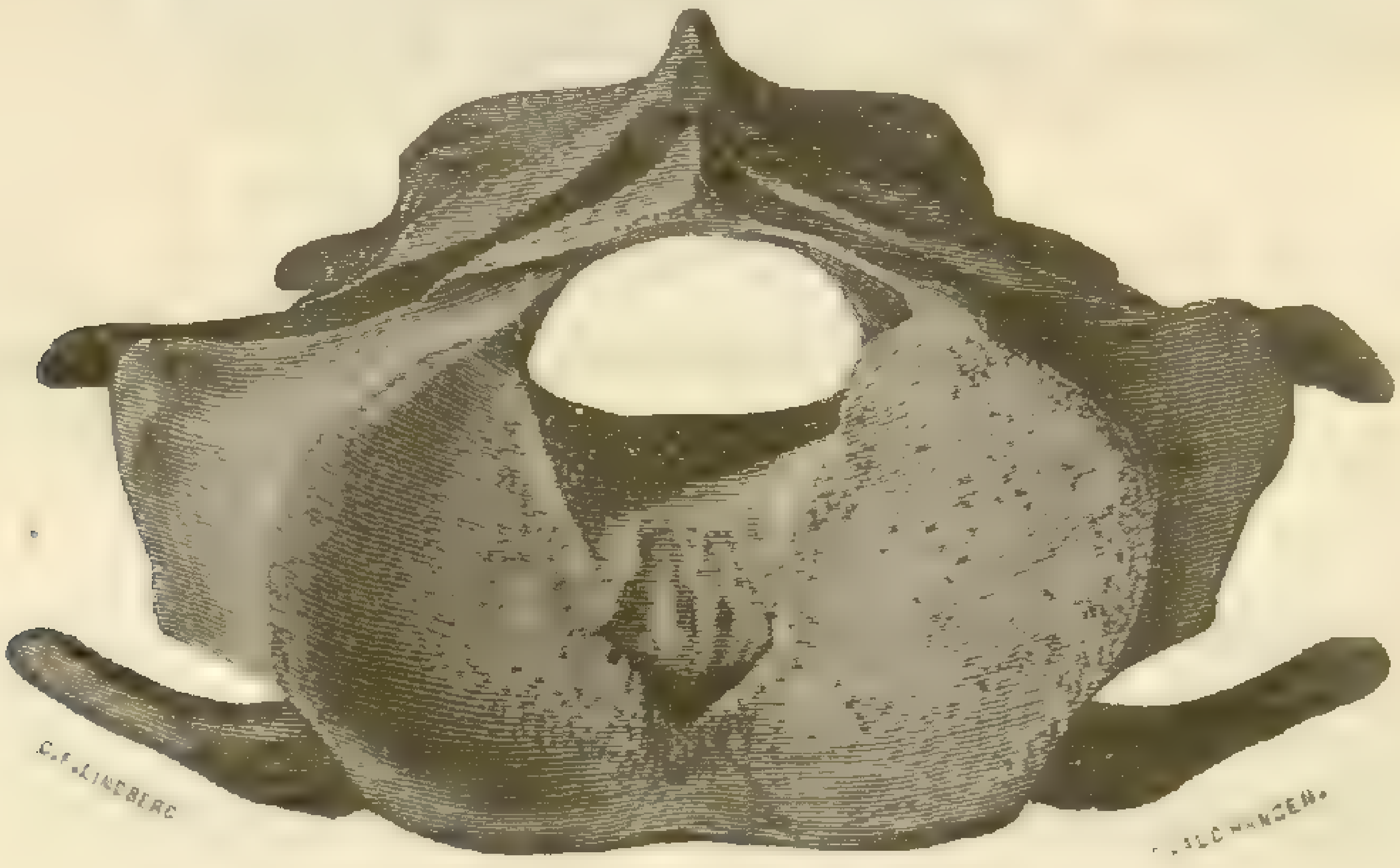


Fig. 1.

Alla sammans erhöllos vid Pitlekaj. Det ena är emellertid ej numreradt för Vega-Expeditionens insamlingskatalog. Här nedan återgifves det, som jag ansett vara vigtigast att anteckna öfver alla dessa ben.

N:r 1. (Ej numreradt för Vega-Expeditionens insamlingskatalog).

Halskot-parti af ett mycket ungt individ.

Alla halskotorna äro med sina corpora sammanväxta med hvarandra; atlas och epistropheus så, att ingenstädes spår till åtskilnad mellan dem är synligt, hvilket äfven gäller om de följande, men endast för midttrakten undertill. Neuraltaggen hos atlas, äfvensom hos sjunde halskotan inclusive venstra partiet af den sjettes, äro fria. De öfriga, således andra, tredje, fjerde, femte + högra partiet af sjette äro till inemot hela neuralbågens bredd ofvantill förenade med hvarandra.

Atlas har framtill i underkanten en vid, men grund vik; glidytorna, som nedtill synas likasom sammansmälta med hvarandra, divergera starkt åt sidorna upptill och nå i höjd med början af öfra tredjedelen af foramen medullare, som nedtill är något smalare än upptill. Glidytornas största horizontala bredd ligger högre än midten af samma ytors vertikala höjd; de äro starkt prick-poriga. Den *enligt min förmening* till ett parti sammansmälta diapofysen och parapofysen, som äro rigtade nästan rakt åt sidan och af hvilka diapofysen, således partiets öfre del, utåt på framsidan har en stark ansvälning, är tunt, särskildt något nedom midten; den öfra delen vid pass dubbelt längre än den nedra. Utkanten af den förra öfvergår under en svag inböjning i den nedres trubbvinkliga hörn.

Något öfver midttrakten af corpus har atlas framtill ett femsidigt, försänkt fält, ofvanför hvars nedåt vända vinkelskenklar en dylik försänkning finnes, som midt för vinkeln sträcker sig djupt in uti benet såsom ett slutligen allt trängre hål.

Största höjden af den ena glidytan utgör ------ 240 mm.
» bredden » » » » » ------ 150 »

Epistropheus: Diapofyserna nå ej så långt åt sidorna som parapofyserna. De förra äro särdeles tunna och rigtade något litet framåt; undertill med något stigande kontur mot den tjockare spetsen. Parapofysen, som är dubbelt tjockare vid basen än på yttre halfvan, är rigtad åt sidan, men med en temligen stark stigning snedt uppåt. Afståndet mellan båda sidoutskotten vid deras ändar är lika mycket mindre än minsta höjden af foramen medullare uti atlas, som om samma afstånd jemföres med höjden vid ändan af denna kotas sammansmälta sidoutskott.

Tredje och sjette halskotorna ha särdeles korta parapofyser.

Från och med epistropheus äro hvarken diapofyserna eller parapofyserna sammansmälta. Alla äro rigtade snedt framåt.

Bakre epifysen på sjunde halskotan är bortfallen. De öfriga kotornas epifyser, både främre och bakre epifyser äro utmed kanten hvardera ej sammansmälta med den tillhörande corpus.

Anm. 1:

Då partiet tillhört ett ungt individ afviker det ej obetydligt från de andra, här nedan beskrifna, äfven derutinnan att höjden af foramen medullare jemförelsevis är ringa och genom sina spensliga sidoutskott på atlas: men hos N:r 14, som ej heller tillhört ett utbildadt individ, är samma foramen ock temligen låg, jemförd med N:r 17, 35, 41 och 43.

Anm. 2:

Hos alla dem, som här nedan följa, äro både diapofyserna och parapofyserna — såsom vanligt snedt framåt rigtade — mer eller mindre sammansmälta med hvarandra; hos N:r 35 äro äfven parapofyserna, hos fjerde och femte halskotorna på venstra sidan och hos N:r 42 på högra sidan, äfven med deras ändar sammansmälta med den tredjes och med epistrophei parapofyser.

N:r 17, 35 och 42 äro i allt väsentligt lika hvarandra.

Mått:

Längden af hela stycket, mätt undertill	177	mm.
Corpus hos atlas höjd framtill	145	»
Foramen medullare hos atlas, höjd framtill	135	»
» » » » bredd »	140	»
Höjden från den ena glidytan på atlas till spetsen af neuraltaggen	140	»
Höjden af atlas sidoutskott på smalaste stället	125	»
Längden af parapofysdelen hos atlas från närmaste glidyta	40	»
Afståndet mellan ändarne af diapofysdelen af hvardera sidoutskott hos atlas	510	»
Afståndet mellan ändarne af hvardera diapofysen hos epistropheus	590	»
Afståndet mellan ändarne af parapofysdelen af hvardera sidoutskott hos atlas	455	»
Afståndet mellan ändarne af hvardera parapofysen hos epistropheus	605	»

N:r 41 = Veg. Exp. N:r 60.

Halskot-parti af, såsom jag förmodar, en fullväxt hona, funnen vid Pitlekaj, hvilket i grunden har största likhet med det motsvarande hos det af mig i »Hvaldjur i Sveriges

Museer», år 1869[1]) beskrifna 14,000 mm. långa skelettet af *Balæna mysticetus* från Grönland, äfvensom med fig. 3, pl. IV & V i Ostéographie des Cétacés fossiles et vivants af J. P. van Bencden och Paul Gervais.

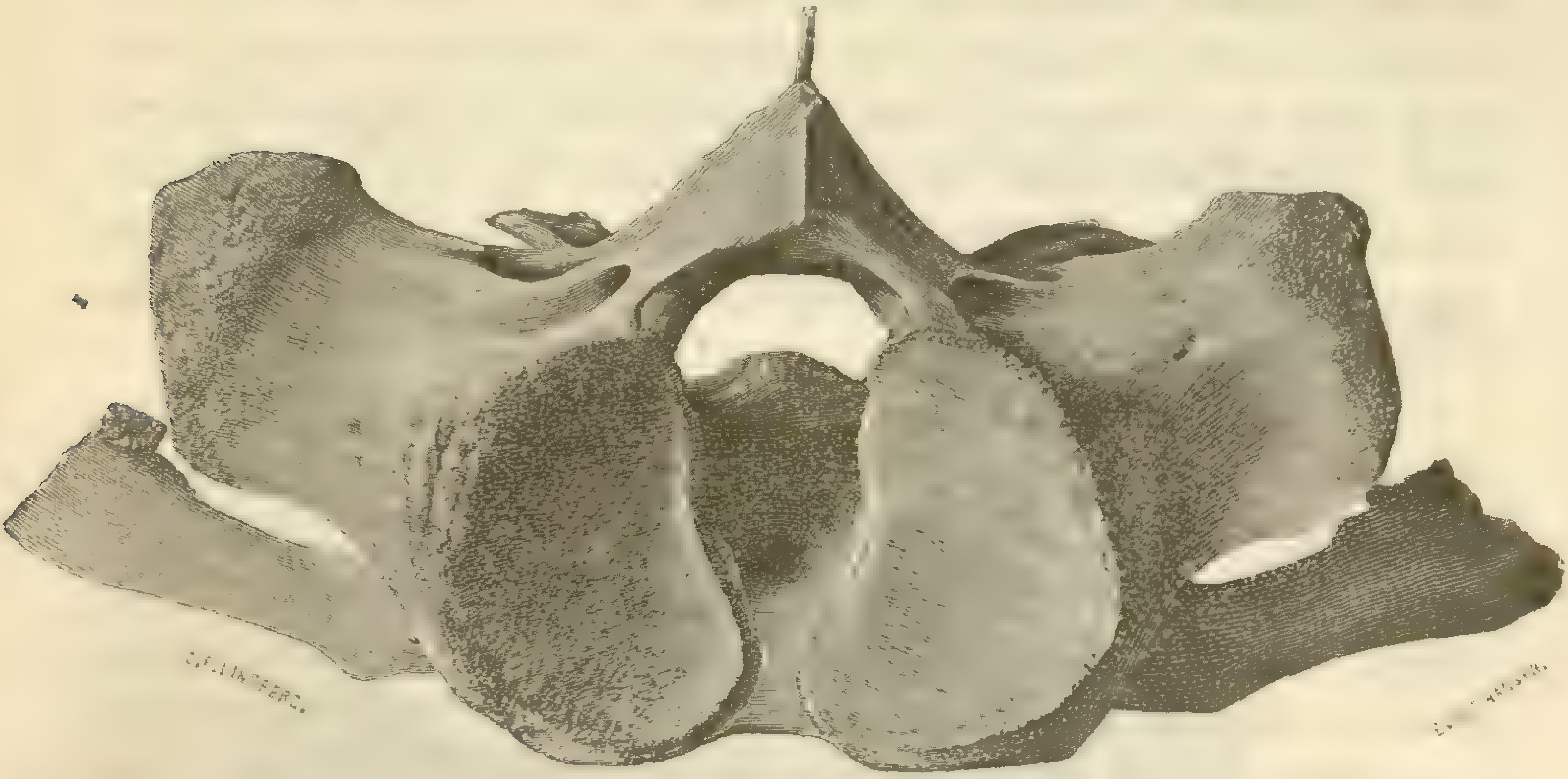


Fig. 41.

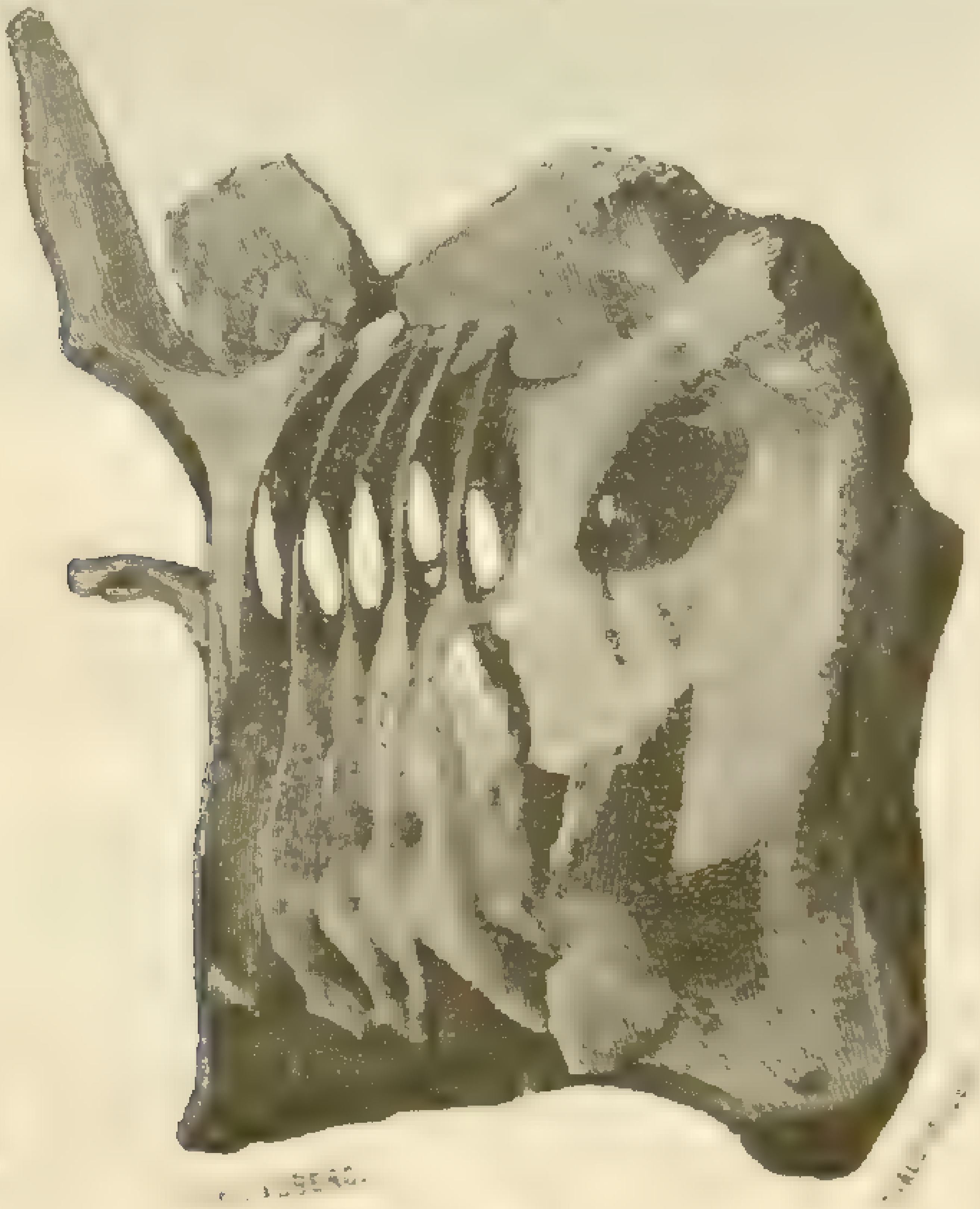


Fig. 41.

Alla halskotorna äro med sina corpora sammanväxta; atlas och epistropheus så, att ingenstädes spår till åtskilnad mellan dem är synligt, utan blott små hål för nerver och blodkärl. Alla neuraltaggarna äro, utom den sjunde kotans, som ofvanför corpus är fri, hvalflikt sammanväxta med hvarandra.

---

[1]) Kongl. Vet. Akad. Handl., Band 9, N:o 2, sid. 32.

Atlas har framtill i underkanten en vid och särdeles djup vik — förhållandet såsom 5 : 1 —; och glidytorna äro nedtill åtskilda nära dubbelt så långt som vikens djup. Glidytorna synas föga divergera uppåt, enär yttre konturen nedåt är mycket utdragen, och den inre upptill skjuter betydligt in öfver konturen för foramen medullare. Glidytorna nå i höjd med början af öfra femtedelen utaf höjden af foramen medullare, som nedtill är något smalare än upptill. Största horisontala bredden hos en sådan yta ligger vida lägre än dess horisontala midtlinie, eller vid början af andra tredjedelen af ytans vertikala höjd.

De till ett parti sammansmälta sidoutskotten, hvilkas öfre del — diapofyspartiet — till halfva sin längd är sammansmält med epistrophei diapofys, äro nedåt tunna, men uppåt ganska tjocka, och på venstra sidan är parapofysdelen något längre än diapofysdelen. Upptill har samma sidoutskott i sin helhet betraktadt på framsidan en ej obetydlig ansvälning; parapofysdelen är rigtad något framåt, diapofysdelen vid pass lika mycket bakåt.

Något öfver midten utaf höjden af atlas förekommer på dess framsida ett 30 mm. bredt hål, hvilket är så djupt, att det sträcker sig åtminstone till epistropheus.

Största höjden af ena glidytan utgör 270 mm.; största bredden 210.

Epistropheus: Diapofyserna nå på långt när ej så långt åt sidorna som parapofyserna och högst obetydligt längre än öfre delen af sidoutskotten (diapofysdelen) af atlas. Diapofysen är på sin fria del ganska tunn, men särdeles bred på dess med diapofysdelen hos atlas sammansmälta, redan omnämnda, yttre del. Diapofysen är något framåt böjd. Parapofysen, som är något tjockare vid basen än på midten, är rigtad åt sidan, men med temligen stark stigning snedt uppåt; mot spetsen är den lika bred (hög!) som vid basen, och så väl der som i midttrakten af sin längd, sammansmält med tredje halskotans parapofys.

Diapofyserna och parapofyserua hos de öfriga fem halskotorna, hos hvilka sådana förekomma, äro jemförelsevis spensliga, men båda slagen äro hos fjerde, femte och sjette kotorna här och der af sin utsträckning, likasom hvad förut är nämndt om andra och tredje kotans, sammansmälta med hvarandra.

Atlas har framtill en fast och ytterst finporig glidyta; och sjunde kotans bakre epifys är intimt sammansmält med samma kotas corpus, hvilket allt antyder, att detta halskotparti tillhört ett både fullväxt och temligen gammalt individ.

Mått:

Längden af hela stycket, mätt undertill	285	mm.
Corpus hos atlas, höjd framtill	200	»
Foramen medullare hos atlas, höjd framtill	200	»
» » » » bredd »	155	»
Höjden från den närmaste glidytan på atlas till spetsen af neuraltaggen	280	»
Höjden af atlas sidoutskott på smalaste stället	210	»

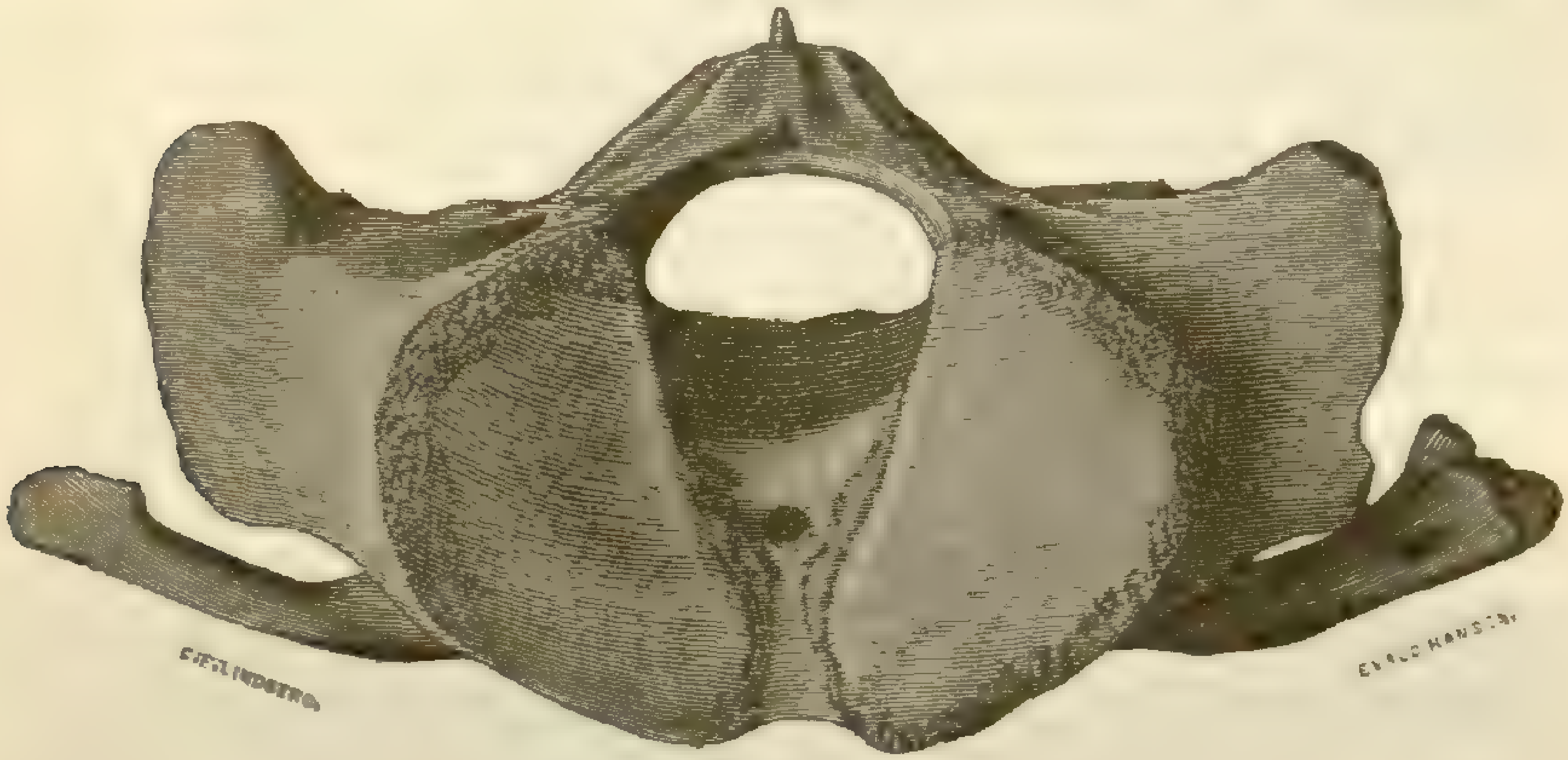


Fig. 14.

Längden af parapofysdelen hos atlas från närmaste glidyta	210	mm.
Afståndet mellan ändarne af diapofysdelen af hvartdera sidoutskottet hos atlas	820	»
Afståndet mellan ändarne af hvardera diapofysen hos epistropheus	818	»
Afståndet mellan ändarne af parapofysdelen af hvartdera sidoutskottet hos atlas	825	»
Afståndet mellan ändarne af hvardera parapofysen hos epistropheus	1030	»

N:r 14 = Veg. Exp. N:r 21.

Halskot-parti af ett ej utbildadt (♂?) individ, hvilket parti enligt Vega-Expeditionens insamlingskatalog »inköpts af en tschuktsch från Irgunnuk jemte åtskilliga andra kotor, refben m. m.»

Sjunde halskotans bakre epifys är bortfallen.

Mått:

Längden af hela stycket, mätt undertill	250	mm.
Corpus hos atlas, höjd framtill	265	»
Foramen medullare hos atlas, höjd framtill	145	»
» » » » bredd »	150	»
Höjden från den närmaste glidytan på atlas till spetsen af neuraltaggen	180	»
Höjden af atlas sidoutskott på smalaste stället	165	»
Längden af parapofysdelen hos atlas från närmaste glidyta	115	»
Afståndet mellan ändarne af diapofysdelen af hvartdera sidoutskottet hos atlas	630	»
Afståndet mellan ändarne af hvardera diapofysen hos epistropheus	630	»
Afståndet mellan ändarne af parapofysdelen af hvartdera sidoutskottet hos atlas	620	»
Afståndet mellan ändarne af hvardera parapofysen hos epistropheus	810	»

N:r 17 = Veg. Exp. N:r 27.

Halskot-parti af ett utbildadt (♂?) individ, hvilket parti enligt Vega-Expeditionens insamlingskatalog »inköpts af en jinretlenbo».

Sjunde halskotans bakre epifys har sammansmält med samma kotas corpus.

Mått:

Längden af hela stycket, mätt undertill	210	mm.
Corpus hos atlas, höjd framtill	180	»
Foramen medullare hos atlas, höjd framtill	180	»
» » » » bredd »	145	»
Höjden från den närmaste glidytan på atlas till spetsen af neuraltaggen	200	»
Höjden af atlas sidoutskott på smalaste stället	190	»
Längden af parapofysdelen hos atlas från närmaste glidyta	165	»
Afståndet mellan ändarne af parapofysdelen af hvartdera sidoutskottet hos atlas	755	»
Afståndet mellan ändarne af hvardera parapofysen hos epistropheus	810	»

Anm.: Diapofyserna såväl hos atlas som ock hos epistropheus äro något defekta, hvarför de öfriga måtten ej med säkerhet kunnat tagas.

N:r 35 = Veg. Exp. N:r 53.

Halskot-parti af ett ej utbildadt (♀?) individ, hvilket parti erhölls vid Pitlekaj.

Sjunde halskotans bakre epifys är bortfallen.

Mått:

Längden af hela stycket, mätt undertill	265	mm.
Corpus hos atlas, höjd framtill	190	»
Foramen medullare hos atlas, höjd framtill	185	»
» » » » bredd »	180	»

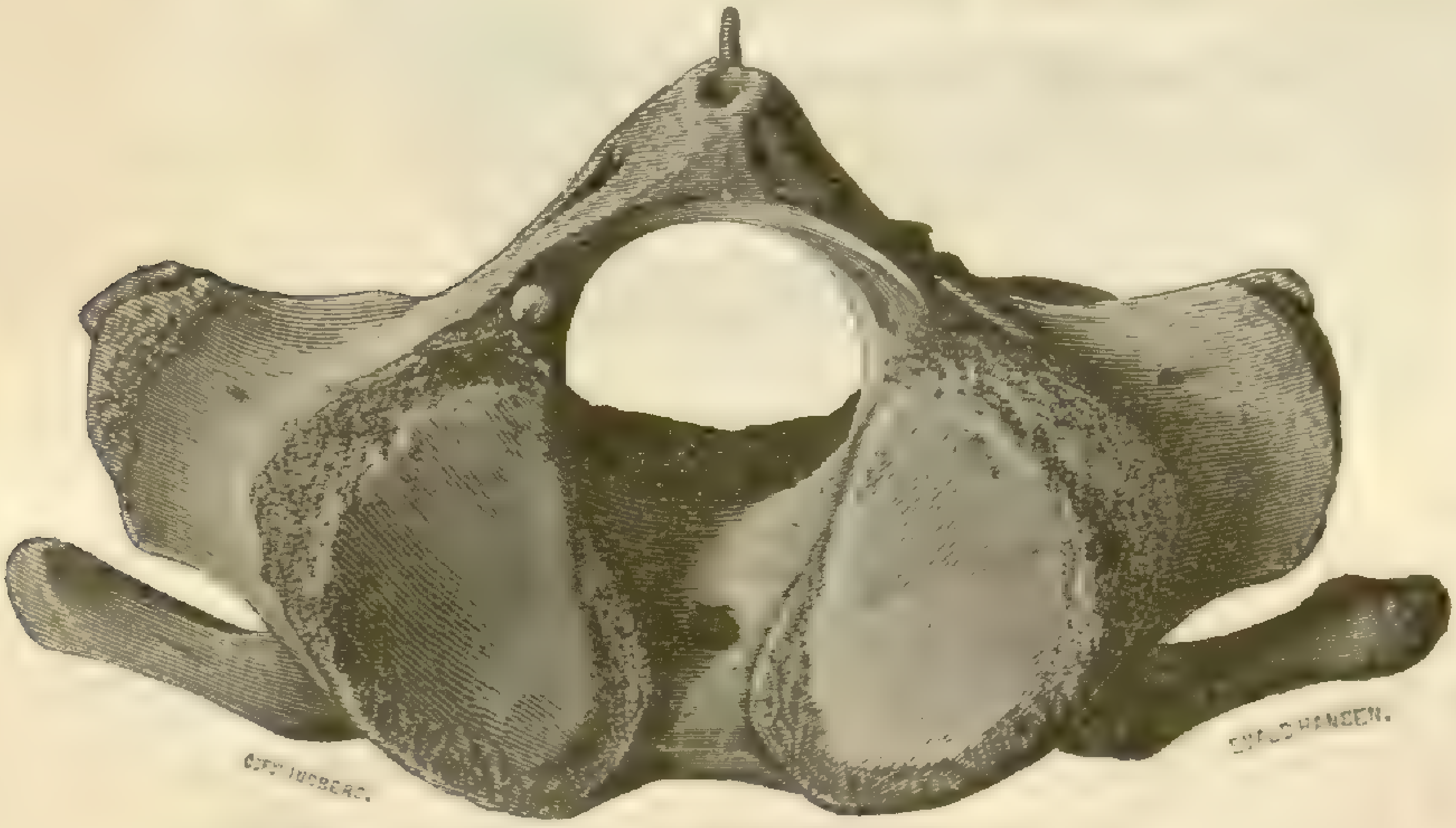


Fig. 42.

Afståndet mellan ändarne af hvardera parapofysen hos epistropheus ---------- 910 mm.

De öfriga måtten kunna ej med säkerhet tagas, derför att både atlas neuraltagg och sidoutskotten på kotorna äro mer eller mindre skadade.

N:r 42 = Veg. Exp. N:r 64.

Halskot-parti af ett temligen utbildadt (♂?) individ, hvilket parti enligt Vega-Expeditionens insamlingskatalog fans vid Pitlekaj.

Sjunde halskotans bakre epifys är till större delen bortfallen, eller kanhända snarare bortslagen.

Mått:

Längden af hela stycket, mätt undertill ---------- 225 mm.

Corpus hos atlas, höjd framtill	170	mm.
Foramen medullare hos atlas, höjd framtill	180	»
» » » » bredd »	160	»
Höjden från den närmaste glidytan på atlas till spetsen af neuraltaggen, omkring	200	»
Höjden af atlas sidoutskott på smalaste stället	160	»
Längden af parapofysdelen hos atlas från närmaste glidyta	120	»
Afståndet mellan ändarne af diapofysdelen af hvartdera sidoutskottet hos atlas	640	»
Afståndet mellan ändarne af hvardera diapofysen hos epistropheus	640	»
Afståndet mellan ändarne af parapofysdelen af hvartdera sidoutskottet hos atlas	650	»
Afståndet mellan ändarne af hvardera parapofysen hos epistropheus	820	»

Vertebræ thoracis, lumbi-sacri & caudæ.

Uti Vega-Expeditionens betydliga samling af ifrågavarande vertebror, hvilka med högst få undantag insamlats i granskapet af Pitlekaj, finnas trettio thorakal-, fyratiofem lumbosakral- och fyratiotre kaudalkotor, som jag hänfört till denna art. Utaf dessa äro emellertid fem lumbosakralkotor, nemligen N:r 266, 267, 268, 269 och 270, och fyra kaudalkotor, nemligen N:r 273, 272, 271 och 210, i så dåligt skick, att jag uteslutit dem utur de här nedan förekommande tabellerna. Med undantag af trenne äro de ej heller numrerade för Vega-Expeditionens insamlingskatalog. Af dessa tre äro två lumbosakralkotor, nemligen N:r 268 = Veg. Exp. N:r 1 och N:r 270 = Veg. Exp. N:r 1; samt en kaudalkota, nemligen N:r 271 = Veg. Exp. N:r 21.

Ögonskenligen hafva dessa kotor tillhört minst 6—8 individer af olika ålder; men utaf sådana finnas i somliga fall blott en eller två kotor, i andra deremot ända till åtta och måhända derutöfver; men blott undantagsvis är man i stånd att i ordningsföljd upprada några få kotor, hvilka tillhört ett och samma individ.

Vid sidan af ett fullständigt skelett hade det varit särdeles lätt att, för så vidt de olika individerna haft samma antal, bestämma hvarje kotas plats i columna vertebrarum;

men, då ett sådant arbete är öfverflödigt för artbestämningen, vill jag blott anföra följande anteckningar, hvilka gjordes i samlingen den 12—14 september, sedan jag för ett sådant ändamål förut hade ordnat detta material.

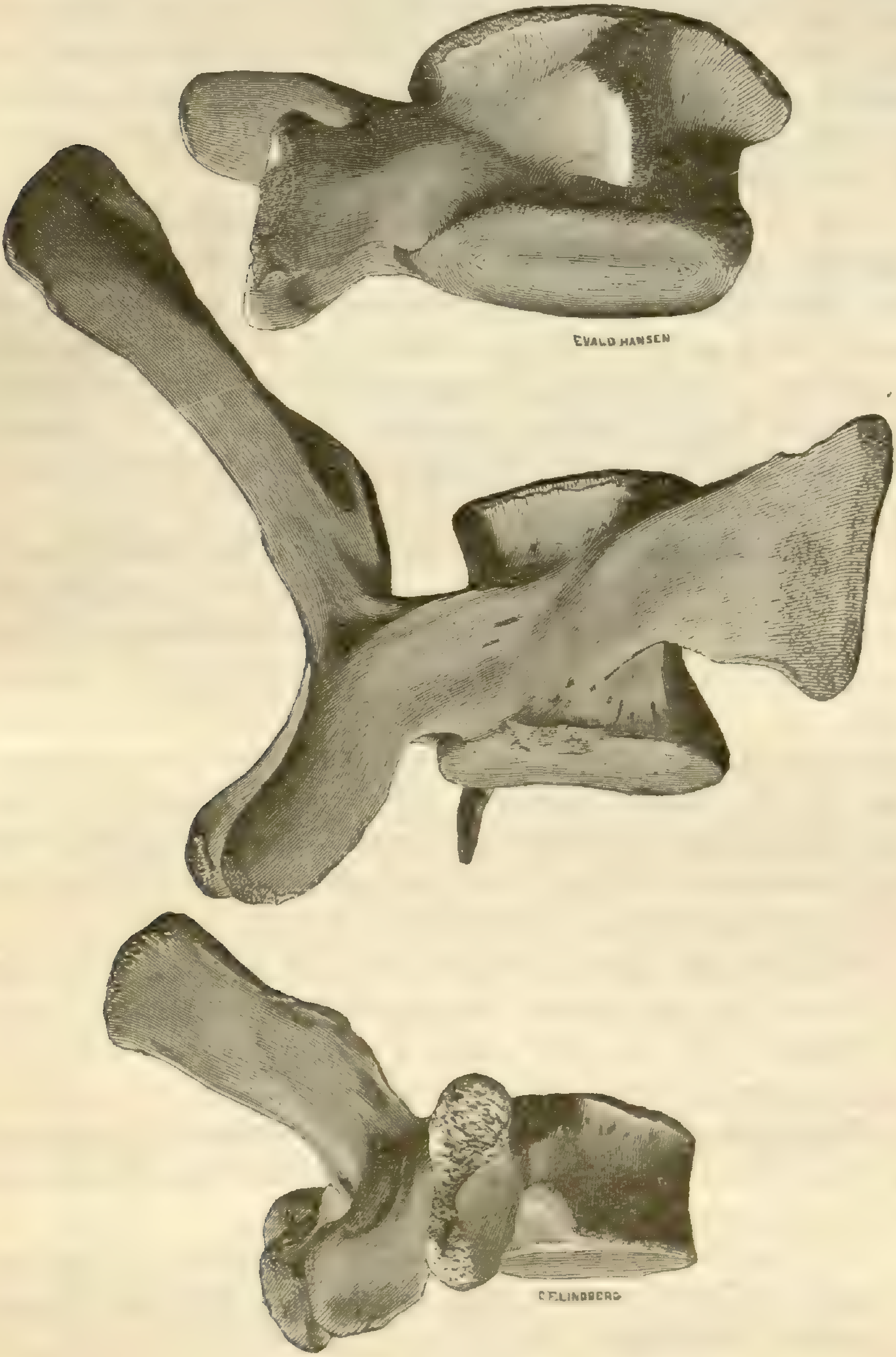


Fig. 70.

Den första bröstkotan är bland annat utmärkt för sin jemförelsevis korta corpus och sina långt nedåt och framåt böjda diapofyser; hos andra och tredje thorakalkotorna äro diapofyserna visserligen långa, men jemförelsevis mindre märkligt nedåtböjda. Hos de följande äro diapofyserna korta samt utåt breda, och längden tager till mot och med den sista; men glidytan för refbenen blifver till sist mycket reducerad. De främre ha diapofyserna snedt framåt rigtade; de bakre snedt bakåt. Hos alla är corpus undertill rundad och utan längsköl.

Den — eller de två — första lumbosakralkotan har diapofyserna rigtade rakt åt sidorna samt mycket långa; derefter böja sig diapofyserna allt mer och mer framåt, på samma gång som de aftaga i längd mot slutet af denna del af columna vertebrarum. Præzygapofyserna äro jemförelsevis mindre långt åtskilda, framför allt bakåt. De främsta af dessa kotor äro under till rundade; men de derpå följande äro der försedda med längsköl.

Den första kaudalkotan är på undra sidan baktill försedd med tvenne midt för hvarandra stälda knölar i och för artikulation med den första hæmapofysen; der framom är hon något längsåt konkav. Från denna kota aftaga alla utskott i längd, och försvinna till sist så att säga helt och hållet. Diapofyserna äro hos de kotor på hvilka de förekomma, således på de främre, slutligen allt mer och mer snedt framåtrigtade. Præzygapofyserna divergera något mer hos första kaudalkotan än hos den sista lumbosakralkotan. Redan hos den andra kaudalkotan divergera de ganska mycket.

Hos de sista lumbosakralkotorna och hos de första kaudalkotorna är benmassan jemförelsevis mest samlad, derför att dessa kotor till alla delar af corpus, således äfven till längden, jemförelsevis hafva stora dimensioner.

Det förmodade ordningsnumret i columna vertebrarum är utsatt blott för att utmärka den plats, som hvarje kota antagligen haft.

Då längden af corpus uppmätts hafva så väl här som på andra ställen i detta arbete epifyserna, då sådana funnits, medtagits i räkningen.

För att ej här upptaga allt för stort utrymme, får fyndorten, enligt Veg. Exp. N:r, uppsökas på de öfriga ställen i denna afhandling, der de anföras.

Vertebræ thoracis.

Ordningsnummer i column. vertebr.	N:r.	Veg. Exp. N:r.	Corpus.			Mellan diapofysernas spetsar.	Foramen medull.		Från ledytan till spetsen af neuraltaggen.	Diverse anmärkningar.
			Längd medtill.	Höjd framtill.	Bredd framtill.		Höjd framtill.	Bredd framtill.		
1	132	2	55	230	310	750	?	210	?	Epifyser borta. Diapofyser starkt böjda, utåt breda, midt ofvan med knöl.
2	109	otydl.	54	180	255	700	120	195	180	Epifyser borta. Yngre individ. Diapofyser snarlika föreg., men mindre böjda och ingen knöl ofvan.
2	107	39	85	215	280	770	150	205	180	Epifyser fastväxta. Diapofyser snarlika föreg.; flata och breda.
3	110	ej	75	185	255	680	175	175	270	Epifyser finnas. Diapofyser snarlika föreg., men trindlagda i midttrakten; ansväldt extremitet.
3	45	79	90	235	290	650?	155	180	250?	Epifyser fastväxta. För öfrigt lik föreg.
3	108	ej	95	200	270	710	?	180	?	» borta. För öfrigt lik föreg.
3	111	23	95	220	270	820	175	180	320	» » » » » »
4	114	26	83	200	230	630	110	160	230?	» » I grunden = N:r 110: men vida kortare diapofyser.
4	123	6	140	230	300	750	110	195	320	Epifyser fastväxta. Annars = N:r 114; men utaf ett utbildadt individ.

Ordningsnummer i column. vertebr.	N:r	Veg. Exp. N:r.	Corpus.			Mellan diapofysernas spetsar.	Foramen medull.		Från ledytan till spetsen af neuraltaggen.	Diverse anmärkningar.
			Längd nedtill.	Höjd framtill.	Bredd framtill.		Höjd framtill.	Bredd framtill.		
5	123	6	145	225	290	735	102	205	420	Epifyser fastväxta. Tillhört samma individ som 123. Diapofyser kortare än hos denna. Postzygapofyser finnas ännu.
6	116	ej	?	?	?	?	?	?	?	Fragment af kotans venstra öfverdel.
6	112	1	110	185	195	665	145	185	365	Epifyser borta.
7	120	1	115	190	255	690	135	180	370	» »
7	119	21	120	190	235	650	145	170	385	» »
7	70(a)	16	115	215	290	710	120	205	420	» » Afbildad! (Kanske 9:de kotan).
7	113	21	140	205	260	670	105	195	400 + ?	Epifyser finnas. Ganska väl utbildadt individ.
7	118	22	100	180	230	630	120	175	385	» borta.
8	124	ej	120	195	260	750	125	175	380 + ?	» »
8	130	21	130	210	270	820	115	175	360 + ?	» »
9	127	ej	125	195	260	820	130	165	400	» »
9?	117	ej	155	200	245	700	120	205	400?	Hälften af hvardera epifysen borta. Temligen utbildad.
10	125	16	135	220	290	840	125	180	470	Epifyser borta. Corpus undertill svagt kölad!
10	121	1	135	220	300	790	120	185	440	Hufvudepifys borta; kaudalepifysen afskild och märkt med N:r 250. Corpus undertill svagt kölad!
11	129	16	150	225	300	1025	140	175	510	Epifyser borta. » » ej kölad.
11	128	ej	185	245	310	1100	125	180	500 + ?	Epifyser fastväxta. Fullväxt exemplar.

12	134	ej	170	220	285	1120	145	185	460	Epifyser borta.
12	126	ej	210	260	330	1090	130	170	400 + ?	Epifyser fastväxta. Gammalt individ. Exostos här och der, äfven i foramen medullare.
13?	131	ej	190	245	325	1220	140	180	550	Epifyser, temligen fastväxta; något af hufvudepifysen borta. Väl utbildadt individ.
13	133	16	155	215	280	1130	130	160	?	Epifyser borta.
13!	136	1	155	225	310	1000	110	120	475	» »

Vertebræ lumbo-sacrales.

1	145	2	120	195	265	1060	120	150	420	Epifyser borta. Diapofysen har på extremitetens framkant en ansvällning, som antyder fäste för ett outbildadt refben. Corpus undertill rundad.
1	135	21	125	195	280	930 + ?	90	135	460	Epifyser borta. Diapofysen har på extremitens framkant en ansvällning, som antyder fäste för ett outbildadt refben. Corpus undertill rundad.
2	143	21	155	240	280	1150	100	160	?	Något litet af kaudalepifysen qvarsitter. Diapofysens extremitet något litet tjock, men ingen ansvällning. Corpus undertill rundad.
2	141	13?	140	205	275	1050	120	145	440	Epifyser borta. För öfrigt = föregående.
2	170	ej	140	225	270	1030	110	135	445	» » Corpus undertill rund, med antydning till köl.
3	146	ej	155	240	285	1270	115	140	?	Epifyser borta. Corpus undertill rund, med svag antydning till köl.
3	137	26	150	230	255	?	110	125	520	Epifyser borta. Corpus undertill rund, med knapp antydning till köl.
3	138	ej	180	235	275	?	90	145	?	Epifyser fastväxta. Corpus undertill rund, med knapp antydning till köl.

Ordningsnummer i columu. vertebr.	N:r.	Veg. Exp. N:r.	Corpus.			Mellan diapofysernas spetsar.	Foramen medull.		Från ledytan till spetsen af neuraltaggen	Diverse anmärkningar.
			Längd nedtill.	Höjd framtill.	Bredd framtill.		Höjd framtill.	Bredd framtill.		
3	139	ej	195	230	305	?	125	190	?	Epifyser intimt fastväxta. Corpus undertill rundad. Utbildad.
4	169	1	170	250	285	1140	95	145	?	Kaudalepifyser ganska fastväxta. Corpus undertill rund, med knapp antydning till köl.
4	144	19	150	200	250	1060 + ?	90	125	420	Epifyser borta. Corpus undertill rundad.
4	142	23	170	245	295	1300 + ?	125	160	560	» » » » rund, antydn. till köl.
5	155	13	145	215	285	1070	100	135	450	» » » » kölad.
5	151	ej	150	245	275	1060	95	130	450	» » » » skarpkölad.
5	138	13	160	250	280	1050	95	130	460	» » » » »
6?	153	1	170	245	275	1310	110	135	610	» » » » med antydn. till köl.
6	148	1	160	245	275	1120	95	125	430	» » » » skarpkölad.
6	156	21	180	240	290	1060	85	120	?	» » » » »
7	149	ej	175	255	280	1000	90	108	370 + ?	» » » » »
7	163	14	225	295	335	1270	120	130	550	Epifyser intimt fastväxta. Corpus undertill ganska skarpkölad. Utbildad.
7	161	ej	225	300	325	1150 + ?	100	125	?	Epifyser intimt fastväxta. Corpus undertill ganska skarpkölad. Utbildad.
8	157	21	160	235	285	1070 + ?	95	120	450	Epifyser borta. Corpus undertill skarpkölad.
8	147	14	210	275	300	960 + ?	60	105	?	» intimt fastväxta. Corpus undertill skarpkölad.

8?	150	1	210	275	310	1360	95	130	580	Epifyser intimt fastväxta. Corpus undertill rundad med antydning till köl.
9	165	19?	170	235	270	1040	75	110	470	Epifyser borta. Corpus undertill skarpkölad.
9	164	21	195	265	280	?	72	115	?	» intimt fastv. Corpus undertill skarpkölad.
10	167	21	205	275	285	1020	62	100	400	» » » » » »
10	154	ej	185	190	330	1120	100	105	530	Hufvudepifysen ganska intimt fastväxt; kaudalepif. borta. Kölen på undre sidan af corpus är försedd med en längsfåra.
10?	140	16	260	310	350	1200	90	107	470	Epifyser intimt fastv. Corpus undertill bredt rundad![1])
11	70(b)	otydl.	255	285	320	1350	105	120	670	» » » » » skarpkölad. Afbildad!
11	160	ej	220	285	325	900 + ?	65	120	?	Epifyser fastväxta. Corpus undertill kölad.
11	166	ej	260	300	330	930 + ?	85	115	470	» » » » skarpkölad.
11	159	14	220	280	315	925 + ?	65	98	?	» » » » »
11	152	1	200	300	335	1050 + ?	100	100	520	Epifyser fastväxta, men till största delen afslagna. Corpus undertill kölad samt försedd med längsfåra.
12?	162	1	250	290	325	1230	80	120	550 + ?	Epifyser fastväxta. Corpus undertill skarpkölad.
12	168	ej	250	270	290	920 + ?	60	85	360	» » » » kölad samt försedd med längsränna.
13	175	ej	180	265	287	815	87	93	300	Epifyser borta. Corpus undertill plattad; baktill med knölar för hæmapofyser[2]).
13	173	16	250	310	360	1100	90	115	380	Epifyser fastväxta; men annars i grunden lik föregående, således N:r 175.

---

[1]) De långa, tätt sittande præzygapofyserna, de långa diapofyserna och dessas form i förening med den långa corpus, ha gjort att jag upptagit denna kota som den 10:de.

[2]) Denna antagligen 13:de lumbosakralkotan föres af ESCHRICHT till denna del af ryggradspelaren; men jag för min del anser likasom tillförene, att den bör räknas till Vertebræ caudæ.

Ordningsnummer i column. vertebr.	N:r.	Veg. Exp. N:r.	Corpus. Längd nedtill.	Corpus. Höjd framtill.	Corpus. Bredd framtill.	Mellan diapofysernas spetsar.	Foramen medull. Höjd framtill.	Foramen medull. Bredd framtill.	Från ledytan till spetsen af neuraltaggen.	Diverse anmärkningar.
13	174	21	230	285	315	700 + ?	75	105	?	Epifyser fastväxta. Corpus undertill rundkölad; baktill med knölar för hæmapofyser.
13	171	14	250	320	340	1130	95	105	?	Epifyser fastväxta. Corpus undertill rundkölad; baktill med knölar för hæmapofyser.

Vertebræ caudæ.

Ordningsnummer i column. vertebr.	N:r.	Veg. Exp. N:r.	Corpus. Längd nedtill.	Corpus. Höjd framtill.	Corpus. Bredd framtill.	Mellan diapofysernas spetsar.	Foramen medull. Höjd framtill.	Foramen medull. Bredd framtill.	Från ledytan till spetsen af neuraltaggen.	Diverse anmärkningar.
1	191	6	210	285	315	650 + ?	70	9	?	Epifyser fastväxta.
1	172	16	210	285	313	840	60	85	340	» »
1	178	1	190	278	300	820	90	95	?	Hufvudepifysen (Nr 216) lös; kaudalepifysen borta.
1	177	37	275	310	345	880 + ?	110	110	?	Epifyser fastväxta. Utbildadt exemplar.
1	181	21	250	290	320	920	105	95	380	» temligen fastväxta, men till större del borta.
1	182	21	240	320	345	870 + ?	85	95	?	» fastväxta. Fullväxt.
2	183	ej	230	280	305	820 + ?	75	85	?	» temligen fastväxta.
2	180	1	180	280	308	760 + ?	90	85	300	» borta.
2	179	ej	205	285?	315	760	65	85	?	» fastväxta.
2	176	ej	335	315	360	820 + ?	65	95	310	» » Utbildadt exemplar.
2	185	16	225	290	320	715 + ?	75	85	280	» temligen fastväxta.
3	184	1	190	285	320	650	70	100	240	Hufvudepifysen föga fastväxt; kaudalepifysen borta.

3	192	18	200	275	310	630	40	83	230	Hufvudepifysen borta; kaudalepifysen föga fastväxt.
3	70(c)	21	210	225	350	660 + ?	60	100	240	Epifyser fastväxta. Utbildadt exemplar. Afbildad!
3	187	21	200	300	320	640 + ?	60	85	?	» »
3	188	21	195	285	305	590	40	63	270	» » » » (Kanske 4 kotan).
4	195	1	175	285	310	560	45	83	170	Hufvudepifysen borta; kaudalepifysen föga fastväxt.
4	190	19	165	285	310	450 + ?	57	100	?	Epifyser borta.
4	193	18	195	275	300	510	35	85	215	» föga fastväxta.
4	186	21	170	300	340	665	55	95	280 + ?	» borta.
5	194	18	170	285	305	410	30	45	100	» föga fastväxta.
5	189	6	200	330	345	?	30	45	?	» fastväxta. Utbildadt exemplar.
6	265	ej	160	285	305	360	40	40	125	» » » »
7	226	ej	145	315	315	350	27	35	60 + ?	» » Diapofyserna likna två upphöjda kölar.
8	224	ej	130	305	305	förck. ej	25	30	75	Epifyser fastväxta. Diapofyserna likna två breda, låga kölar. En tvärställd azler-benbåge emellan præzygapofysen och sidokölen!
8	218	11	140	310	320	d:o	25	28	90	Epifyser fastväxta. Diapofyserna likna två breda, låga kölar. En tvärställd azler-benbåge emellan præzygapofysen och sidokölen[1]).
8	61	75		370 !						Tvenne sammanväxta, kolossala kotor, anmärkningsvärda äfven derför, att längs kotornas sidor, mellan zygapofyserna och den breda sidokölen, bildats utaf arter-benbågen en sammanhängande tjock och hög valk. Tillstymmelse till en sådan finnes äfven nedom den breda sidokölen. *Äro längre ned särskildt beskrifna.*
9	61	75								
9	211	ej	140	300	310	d:o	27	30	?	Epifyser fastväxta. Spår till bred sidoköl finnes.

---

[1]) På denna kota finnes ej obetydligt med kött, fasttorkadt på flera ställen.

Ordningsnummer i column. vertebr.	N:r.	Veg. Exp. N:r.	Corpus.			Mellan diapofysernas spetsar.	Foramen medull.		Från ledytan till spetsen af neuraltaggen.	Diverse anmärkningar.
			Längd nedtill.	Höjd framtill.	Bredd framtill.		Höjd framtill.	Bredd framtill.		
9	201	ej	110	225	270	förek. ej	19	26	45 +?	Epifyser borta. Spår till bred sidoköl finnes.
9	223	ej	125	280	290	d:o	20	20	?	» fastväxta. » » » » » ej! Är kanske 10:de kotan.
10	209	12	120	340	315	d:o	25	27	70	Epifyser fastväxta. Spår till sidoköl finnes ej! Mjukt ryggmärgsstycke sitter i foramen medullare.
10	222	14	115	315	300	d:o	30	25	40	Epifyser fastväxta. Spår till sidoköl finnes ej, hvarken på denna eller följande kotor!
10	220	1?	115	270	280	d:o	25	40	?	Hufvudepifysen temligen fastväxt. Kaudalepifysen lös och af mig försedd med N:r 219.
11	225	12	100	320	280	d:o	20	21	40	Epifyser fastväxta. Uti sidohålen finnas ännu mjuka arter-stammar.
12	221	12?	80	280	250	d:o	upptill öppen	9	40 [1]	Epifyser fastväxta.
12	217	ej	70	260	280	d:o	rännelik skricka	9		» » Neuralbågar försvunna.
12	200	ej	70	250	230	d:o		8		» » » » Är kanhända den 13:de kotan.

---

[1] Lik en liten sned tagg på venstra sidan af foramen medullare.

Tvenne sammanväxta kaudalkotor

upptagna i förestående tabell såsom 8:de och 9:de i ordningen

N:r 61 = Veg. Exp. N:r 75.

Vid betraktandet af denna kolossala benmassa, hvilken har en vigt af 108,80 svenska skålpund, samt särskilt de fria ytornas egendomliga beskaffenhet, hvartill får läggas kotornas sammanväxning med hvarandra, är man böjd för att vilja anse det sällsamma fenomen, som den företer, såsom uppkommet genom sjuklighet, t. ex. gikt, således ett patologiskt. Må vara att sådant är förhållandet; men det är väl ändå den långt framskridna åldern hos individet, som åtföljes af benmassans allt större förtätning och slutligen exostos. Granskar man emellertid närmare dessa kotor och lägger märke till deras i grunden normala byggnad, den på de fria ytorna öfver allt förekommande, sällsamt utbredda exostosen, hvartill kommer att denna framtill långt skjuter öfver epifysens plan, samt att såväl denna, nemligen den främre epifysen, som den bakre epifysen är så fullständigt sammansmält med corpus att *ingenstädes* ens någon tydlig gräns är att upptäcka, samt slutligen att denna exostos, detta benbelägg på hela högra sidan äfvensom uppåt och nedåt till midten af den venstra sidan fullständigt sammanlödt båda kotorna, framgår det tydligt, att

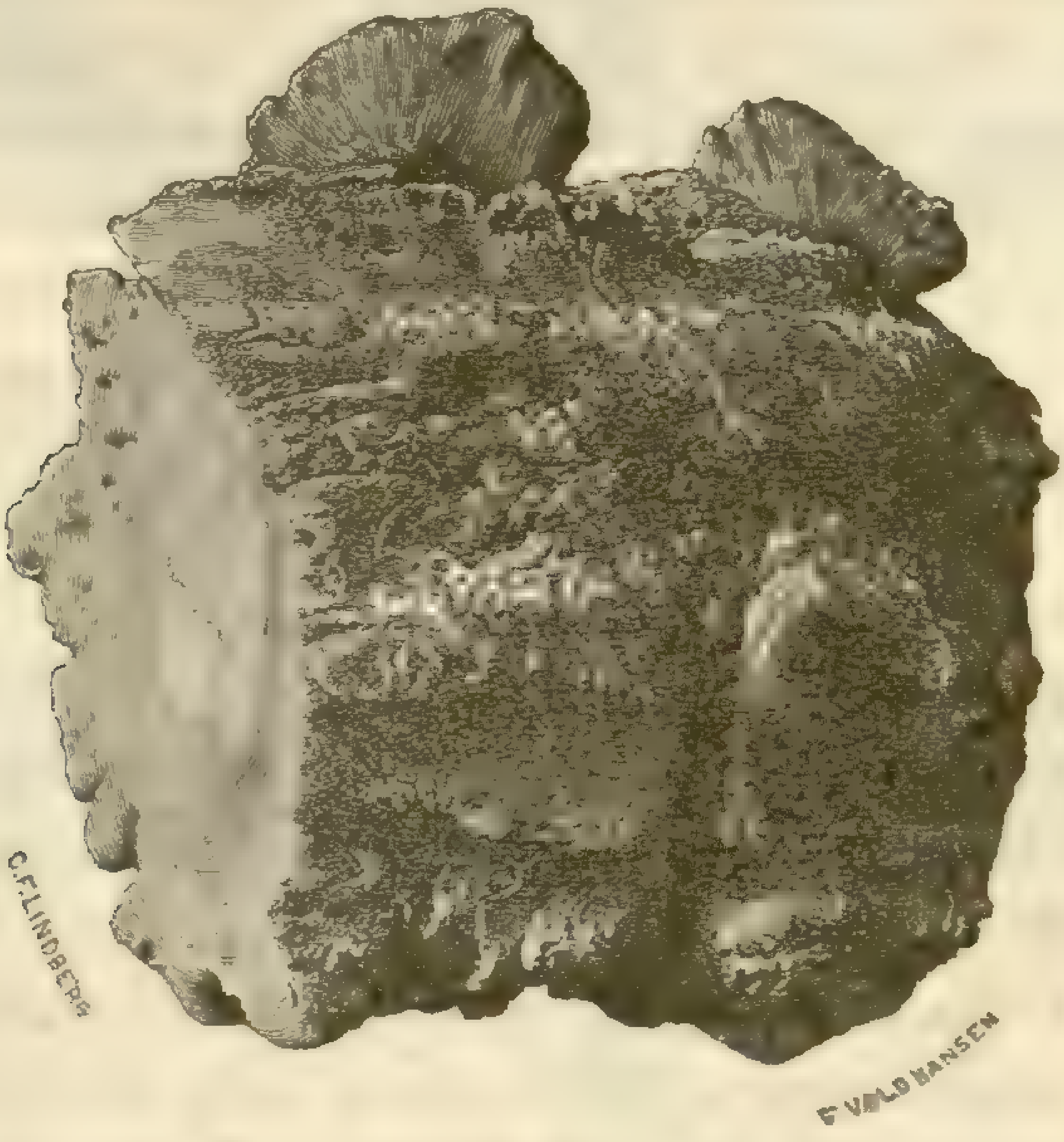


Fig. 61.

här föreligger ett fenomen, som framkallats under den möjligen högsta ålder, hvartill ett sådant djur kan nå.

Exostoset kan närmast liknas vid vissa lafvar. Det inkräktar åtminstone framuti och på foramen medullare, uti hvilket, i trots af den långa tid under hvilken denna benmassa synbarligen legat åtminstone delvis uti sanden, hvarest den blef funnen, förtorkade delar uttogos, som antagligen tillhörde dura mater m. m. och ryggmärgen.

Upptill på sidorna framtill framskjuter exostoset omkring 60 mm. längre än den främst belägna kotans främre epifys.

Längs kotornas sidor, mellan zygapofyserna och den breda sidokölen finnes en sammanhängande tjock och hög valk, hvilken bildats på och tydligen haft sin upprinnelse från de på dessa kotor förekommande arter-benbågar.

Undertill ha kotorna den vanliga, starka längsexkavationen med de på ömse sidor om hvardera kotas ändar förekommande anhäftningsknölarna för hæmapofyser.

På främre epifysen förekommer här och der intorkade väfnader.

Båda kotorna tillsammantagna hålla i längd, mätt efter corpus' centrala del, 420 mm.

Höjden af corpus framtill, upp till foramen medullare, 370;

Bredden af corpus framtill, förutom exostoset, 320 mm.; med detta, 420 mm.

Afståndet framtill från underkanten till öfversta kanten framtill af neuraltaggen 500 mm.; och höjden, likaledes framtill på den främst belägna kotan, 15—20 mm.

Med ledning utaf ett par utaf de först anförda måtten har jag beräknat den sannolika totallängden af det skelett, till hvilket dessa kotor hört, hvarvid densamma funnits hafva utgjort omkring 16,800 mm., hvilket är lika med omkring $56^1/_3$ svenska fot; hvadan hela individet i sin helhet med skäl kan antagas hafva hållit i längd, rakt mått, 58 fot och måhända ändå något mer, hvilken längd måste anses såsom ovanligt stor, om man tager i betraktande att SCORESBY utaf 322 exemplar, uti hvilkas fångande han deltog, ej funnit något, som mätte öfver 60 fot i längd, hvarvid måttet kanhända blef taget efter rundning.

För öfrigt får jag hänvisa till ordningsnumret 8—9 uti förut stående tabell.

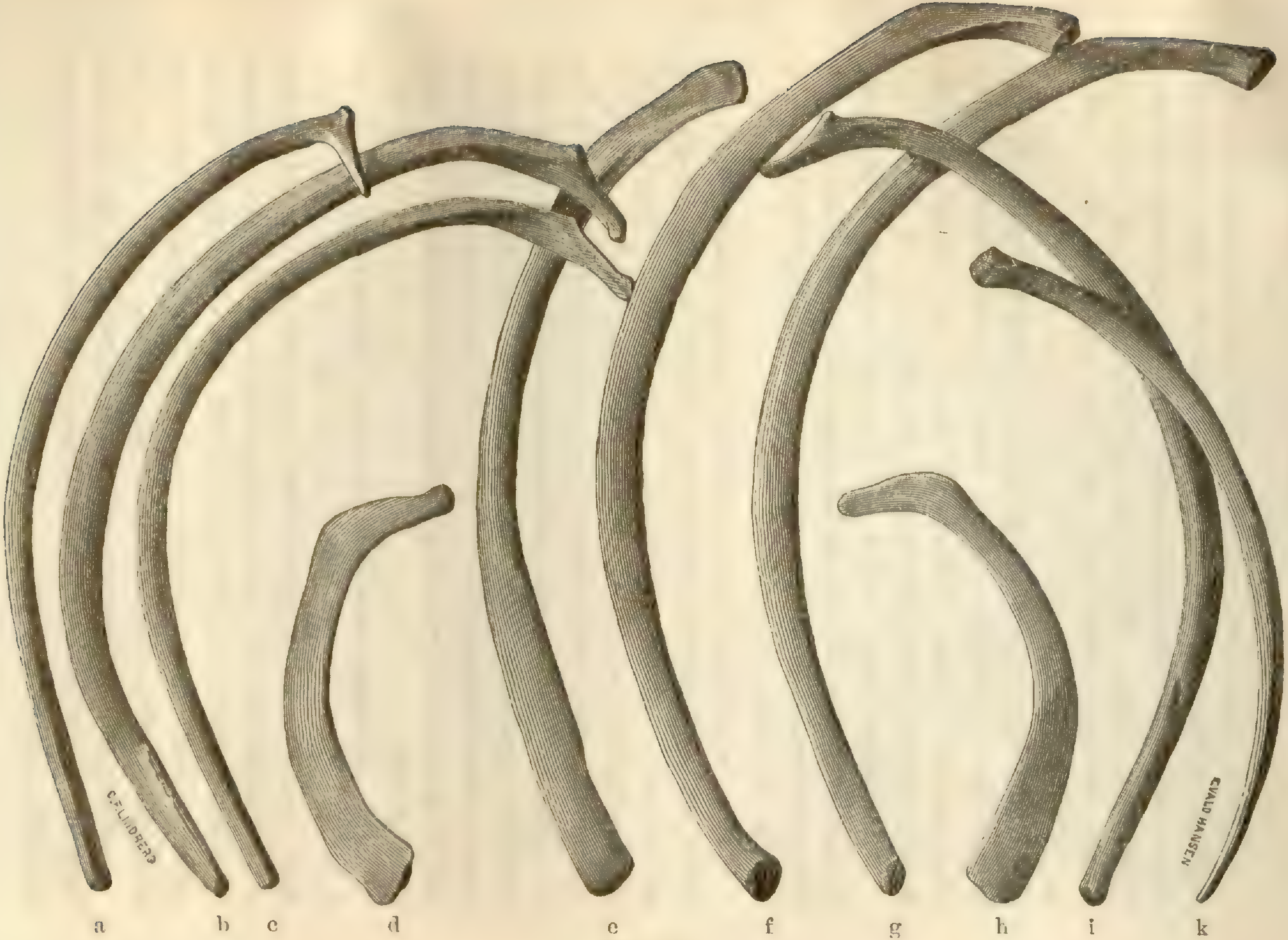

C.F.LINDBERG
EVALD HANSEN
a
b
c
d
e
f
g
h
i
k

Fig. 71.

Costæ.

Vegas samlingar innehöllo tolf stycken hela eller ock föga stympade refben utaf venstra sidans samt sex större eller mindre stycken utaf sådana, hvilka jag ansett mig böra förbigå uti detta arbete. Dessa har jag icke desto mindre försett med N:r 280, 281, 282, 283, 284 och 276, hvilket är = Veg. N:r 21.

Utaf högra sidans förekommo tio stycken hela eller ock något litet stympade refben samt dessutom trenne större eller mindre bitar, hvilka ej vidare här blifvit anförda. Dessa har jag ändå försett med N:r 274, 279 och 286.

Samtliga dessa refben för jag till ifrågavarande art. De motsvarande eller å andra sidan nära intill hvarandra belägna refbenens storlek utvisa, att de tillhört flera mer eller mindre utbildade individer.

Hos nordhvalen äro de två första refbenparen upptill breda och tillplattade men äfven der starkt bygda samt försedda med trubbigt capitulum. Hos de åtta följande paren är capitulum mer eller mindre tillspetsadt och uppburet af ett smalt, mer eller mindre långt utdraget collum; och hos de sista är benets utan tydligt collum afsatta öfra ända, uti hvilken capitulum och tuberculum slutligen sammansmälta, nästan knöllikt utvidgad. Dessa sista ben utmärka sig dessutom genom sin spensliga byggnad, isynnerhet det aldra sista parets.

Då refbenens antal ej alltid är detsamma hos hvart och ett exemplar af nordhvalen, och då jag ej haft tillgång till omedelbar jemförelse med ett refben utaf något nordhvalsskelett, är det tydligt, att de mellersta refbenens ordningsnummer ej i hvarje fall kan vara fullt noggrant angifvet. Detta är emellertid ej af vigt för beskrifningen och artbestämningen, hvilket här är hufvudsak.

För öfrigt hänvisa vi till följande tabeller med det tilllägg blott, att de beskrifna refbenen äro hela, då intet härom särskildt blifvit anmärkt.

Costæ sinistræ.

Ordningsnummer i serien.	N:r.	Veg. Exp. N:r.	Längd efter rundning utvändigt från tuberculum.	Minsta omkrets strax nedom tuberculum.	Omkrets vid största utböjningen.	Största omkrets nedtill.	Största bredd strax nedom tuberculum.	Största bredd nedtill.	Vertikal totalhöjd.	Största utböjningen från vertikala linien mellan extremiteterna.	Diverse anmärkningar.
4	245	21	—	—	220	250	—	95	1380	—	Utöfver collum borta. Totallängd dit efter rundning 1750.
5	244	1	—	195	—	—	63	—	—	—	Nedtill något litet borta. Derifrån totallängd efter rundning 2620. (Längs utsidan är mycket borthugget).
6	278	ej	—	150	—	—	52	—	—	—	Ett stycke af benets öfra del. Dess längd efter rundning 820.
6	71 i	20	2920	105	318	225	—	42	1990	865	Afbildadt!
7	242	1	—	—	240	360	—	100	1995	—	Borta till och med collum. Derifrån totallängd efter rundning 2560.
7	275	21	—	—	353	373	—	—	—	—	Borta långt nedom angulus. Derifrån totallängd efter rundning 2050.
9	241	13	—	—	215	155	—	—	1570	—	Utöfver collum borta. Derifrån totallängd efter rundning 2320.

Ordningsnummer i serien.	N:r.	Veg. Exp. N:r.	Längd efter rundning utvändigt från tuberculum.	Minsta omkrets strax nedom tuberculum.	Omkrets vid största utböjningen.	Största omkrets nedtill.	Största bredd strax nedom tuberculum.	Största bredd nedtill.	Vertikal totalhöjd.	Största utböjningen från vertikala linien mellan extremiteterna.	Diverse anmärkningar.
10	243	ej	—	130	250	185 + ?	45	65 + ?	1725 + ?	810 + ?	Nedtill något litet borta. Derifrån totallängd efter rundning 2720.
11	277	ej	—	—	—	—	80	—	—	—	Lika långt nedom angulus som derifrån till tuberculum borta. Fragmentets totallängd efter rundning 535.
12	71 k	21	1990	225	230	100	75	47	1665	—	Afbildadt!
13	239	ej	—	210	165	—	80	—	—	—	Nedtill åtskilligt borta.
6	23	31	—	92	227	—	32	—	—	—	Nedtill mycket borta. Derifrån till tuberculum, såsom vanligt efter rundning och detta mått alltid taget utvändigt, 1890 mm. Den stora längden af collum hos detta ben är anmärkningsvärd.

Costæ dextræ.

Ordningsnummer i serien.	N:r.	Veg. Exp. N:r.	Längd efter rundning utvändigt från tuberculum.	Minsta omkrets strax nedom tuberculum.	Omkrets vid största utböjningen.	Största omkrets nedtill.	Största bredd strax nedom tuberculum.	Största bredd nedtill.	Vertikal totalhöjd.	Största utböjningen från vertikala linien mellan extremiteterna.	Diverse anmärkningar.
71 d=38	71 d=38	56	—	—	310	—	130 1)	160	—	—	Nedtill är något borthugget. Då benets lägges på en plan yta, faller det intill denna utefter sin hela både längd och bredd! Afbildadt!

4	71 e	ej	—	—	—	—	—	180	—	—	Till och med collum borta. Totallängd efter rundning utvändigt, samt såsom vanligt från tuberculum 2375. Afbildadt!
6	71 b	ej	3300	160	340	215	52	113	1910	1015	Afbildadt!
7	238	21	—	—	225	250	—	95	1770	—	Till och med collum borta. Totallängd dit efter rundning 2340.
7	71f=16	21	—	—	335	340	—	130	2250	—	Till och med collum borta. Totallängd dit efter rundning 3170. Afbildadt!
8	71 g	21	—	—	320	278	—	110	2240	—	Till och med collum borta. Totallängd dit efter rundning 3080. Afbildadt!
											Anm.: N:r 71 e, 71 f och 71 g äro jemförelsevis kolossala; och hafva utan tvifvel hört till ett och samma utbildade individ.
8	71 a	11	2860	95	288	232	40	97	2000	810	Afbildadt!
9	240	ej	2750	98	232	183	41	65	1860	815	
10	71 c	1	2830	130	252	162	50	62	1800	905	Afbildadt!

---

[1]) Detta är äfven största bredden strax ofvanför.

Hæmapophyses.

Tio stycken såsom vanligast nedtill sammansmälta par funnos i samlingen, af hvilka jag bestämdt hänför de nedan upptagna åtta sista numren till ifrågavarande art. På tabellen har jag här likasom vid fråga om costæ utsatt för hvarje hæmapofys det förmodade ordningsnumret, naturligtvis äfven här räknadt framifrån.

De tvenne först anförda kunna tilläfventyrs ha hört till någon annan hvalart, t. ex. Rhachianectes.

Ordningsnummer i serien.	N:r.	Veg. Exp. N:r.	Största höjd, mätt utvändigt på sidan.	Största längd nedtill.	Diverse anmärkningar.
1	232	76	115	105	Nedtill blott i midttrakten sammansmälta.
2	231	38	155	95	» fullständigt sammansmälta.
3	233	47	235	180	» » »
3	227	76	225	195	» » »
4	235	58	345	230	» » »
4	228	74	270	185	» » »
5	234	76	280	175	» » »
5	236	73	245	152	» » »
6	230	57	230	185	» » » På den ena sidan fans ganska mycket intorkadt kött.
7	229	82	175	150	Nedtill fullständigt sammansmälta. På den ena sidan fans något litet intorkadt kött.

Scapulæ.

Samlingen innehåller fyra stycken mer eller mindre stympade skulderblad, nemligen tre utaf venstra och ett utaf högra framlemmen, hvilka alla samman tillhöra ifrågavarande art. Det sistnämnda utaf dessa har tillhört ett ganska ungt individ.

Tvenne utaf dessa skulderblad hafva här nedan blifvit afbildade, på det att man må kunna jemföra dem med de naturtrogna figurer af dylika från Spetsbergen och Grönland, hvilka förekomma i mitt arbete öfver »Hvaldjur i Sveriges Museer», år 1869; Kgl. Sv. Vet. Akad. Handl. B. 9, N:o 2, Pl. 1, fig. 1 a—1 c.

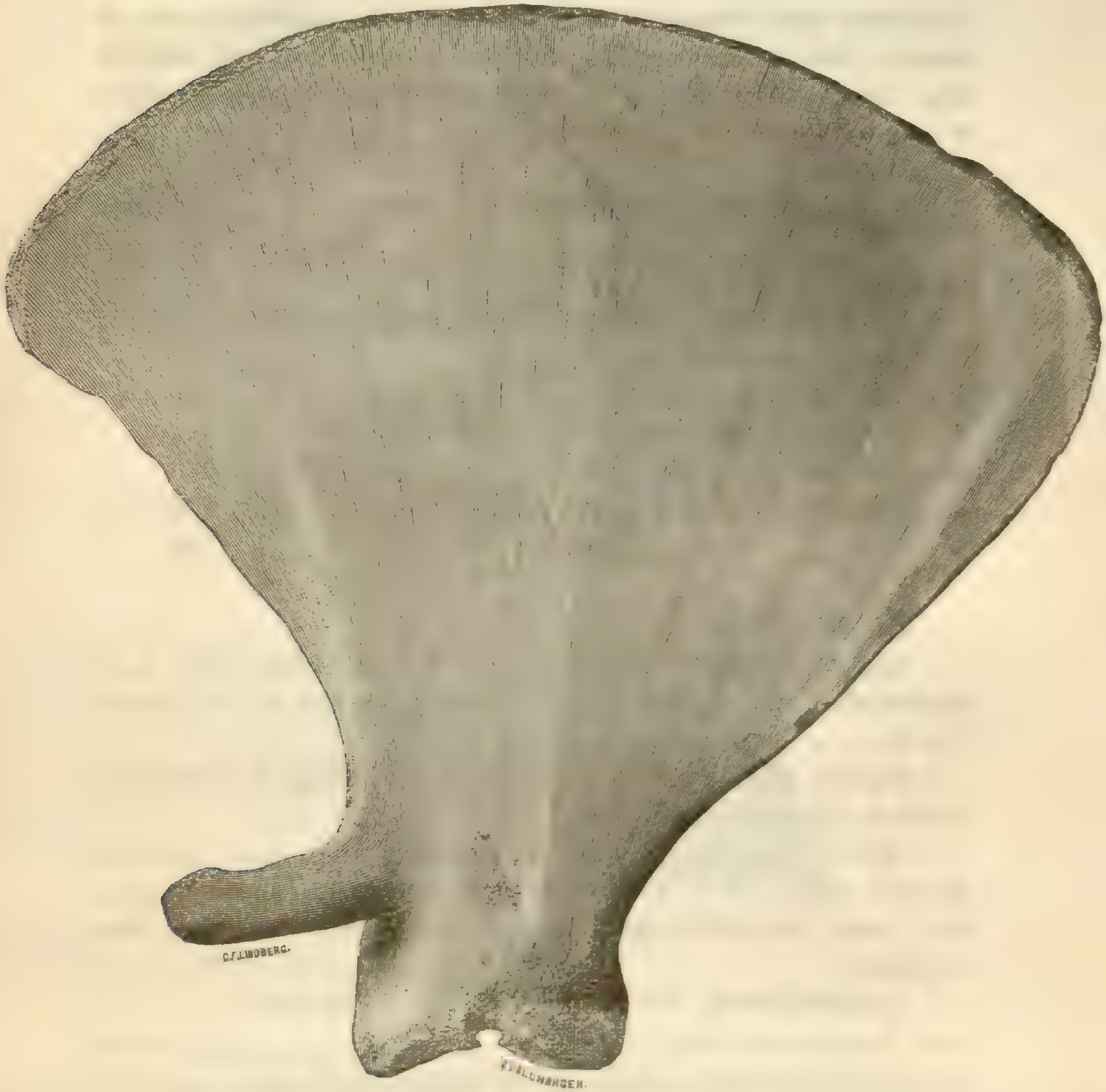


Fig. 8.

Sc. sinistra.

N:r 8 = Veg. Exp. N:r 10.

Detta skulderblad, som enligt Vega-Expeditionens insamlingskatalog köpts af en tschuktsch från Jinretlen, är fullständigt, med undantag af processus coracoideus som är borta, likasom kanten af glidskålsdelen.

Acromion som är något nedåt rigtadt, är något nedåt böjdt. Från dess öfverkant fortsätter den ganska skarpt markerade spina scapulæ i det närmaste rätlinigt samt under rundning vinkelrätt mot nämnda kant så högt upp på bladet, att afståndet från spinæ scapulæ slutliga försvinnande till bladets öfra kant, + en acromion-bredd, är lika med utsträckningen af samma spina.

Mått:

Skulderbladets största höjd, rakt mått	1150	mm.
» » bredd mellan öfverkantens främre och bakre hörn	1190	»
Skulderbladets bredd mätt mellan acromion och processus coracoideus	285	»
Skulderbladets bredd strax ofvan acromion	325	»
Afståndet från basen af acromion till främre öfre vinkeln	690	»
Acromion, långt midtåt	250	»
» bredt på midten	80	»

N:r 57 = Veg. Exp. N:r 20.

Enligt Vega-Expeditionens insamlingskatalog blef detta skulderblad under vistelsen i Pitlekaj inköpt af en jinretlen-bo.

Partiet nedom acromion är borta; för öfrigt är detta skulderblad fullständigt.

Spina scapulæ är belägen i samma trakt som hos föregående eller N:r 8, hvilket det jemväl liknar till sina konturer, utom det att bakkanten hos detsamma är något litet utvidgad.

Skulderbladets största bredd mellan öfverkantens främre och bakre hörn	1150	mm.
Skulderbladets minsta bredd strax ofvan acromion	320	»
Afståndet från basen af acromion till främre öfre vinkeln	700	»

N:r 36 = Veg. Exp. N:r 54.

Ett vensterskulderblad, enligt Vega-Expeditionens insamlingskatalog funnet vid Pitlekaj.

Detta skulderblad är komplett nedåt; men upptill är skifvan stympad från främre vinkeln samt nästan rätlinigt till något litet nedom den bakre. Bakkanten är något mer inböjd än hos både N:r 8 och N:r 57. Spina scapulæ har läge och utseende såsom hos dessa.

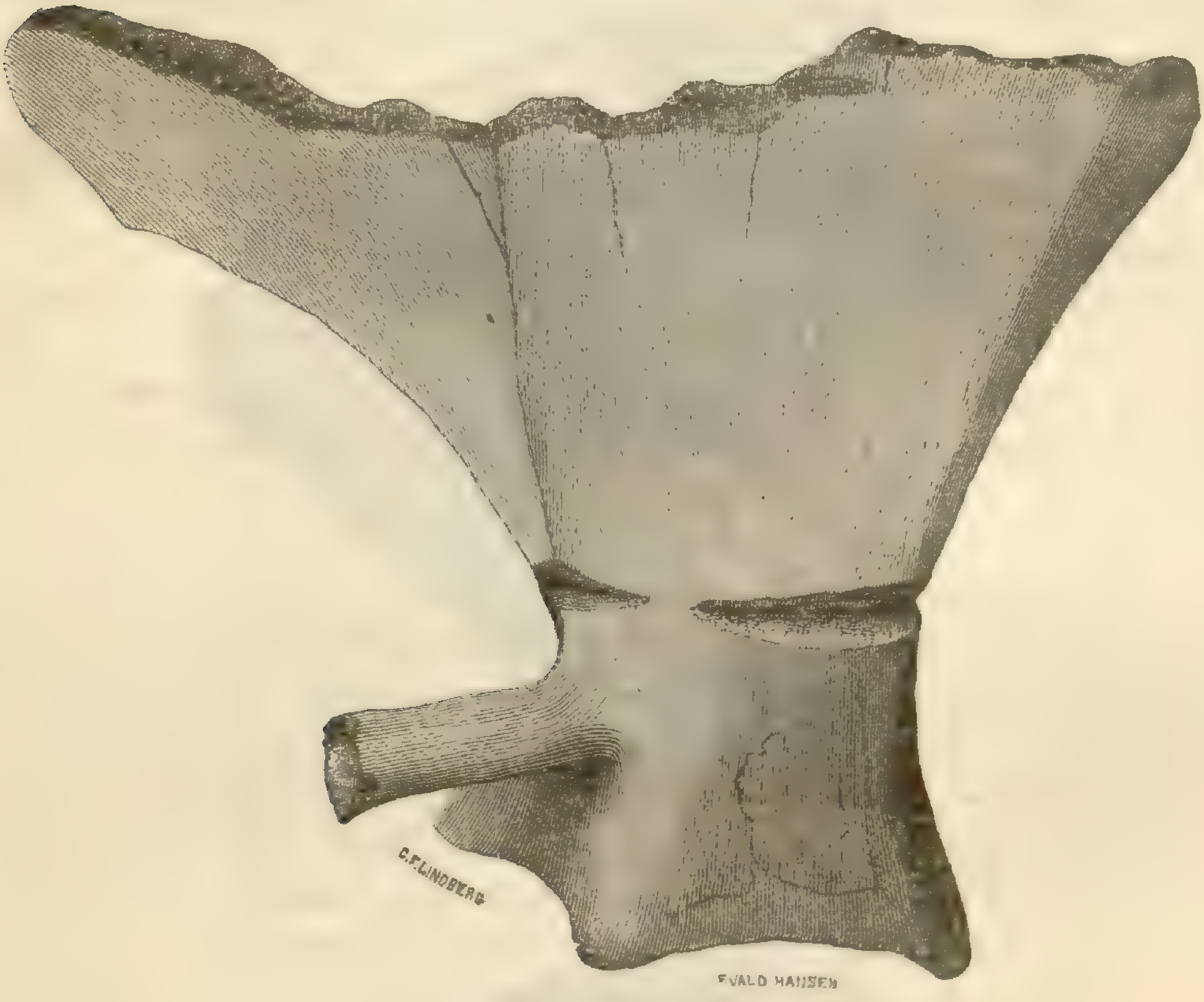


Fig. 36.

Acromion är i grunden likt detsamma hos N:r 8.

Processus coracoideus är temligen starkt inåt rigtad och öfre delen af densamma skymmes af acromion, då man ser trakten för den rakt från sidan.

Skulderbladets bredd, mätt mellan acromion och processus coracoideus	260	mm.
Skulderbladets bredd strax ofvan acromion	290	»
Acromion, långt midtåt	250	»
» bredt på midten	70	»

Processus coracoideus, längd	150	mm.
» » bredd på midten	80	»

Scapula dextra.

N:r 58 = Veg. Exp. N:r 11.

Enligt uppgift i Vega-Expeditionens insamlingskatalog blef detta skulderblad »inköpt af en tschuktsch från Jinretlen på samma gång som en kota och ett refben», hvilka båda två ofvanför äro beskrifna och med ledning af Veg. Exp. N:r 11 lätta att taga reda på.

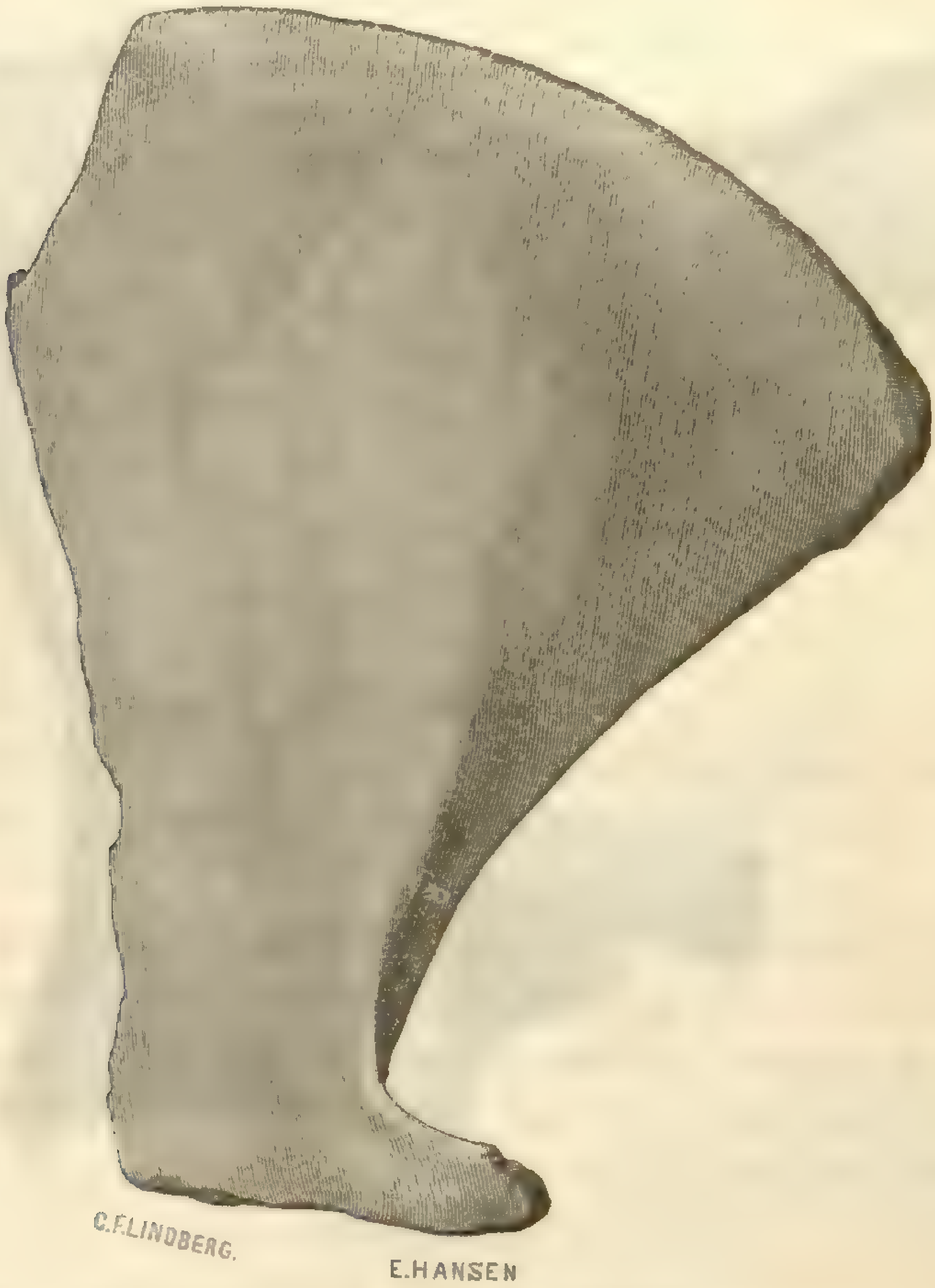


Fig. 58.

Detta högerskulderblad har tillhört ett ungt individ.

Partiet nedanför acromion samt bakre delen af hela skulderbladet äro borta.

Spina scapulæ är tydlig endast så långt öfver basen af acromion som dettas längd; går vinkelrätt mot den horisontala midtlinien af acromion uppåt bladet med låg, rundad och nedom midten af afståndet mellan acromion och skulderbladets öfverkant omsider försvinnande höjning öfver bladets plana yta.

Anm.: Hos de tvenne förut beskrifna venster-skulderbladen, hvilka båda äro utaf väl utbildade individer, bildar spina scapulæ en trubbvinklig mer eller mindre skarp, men uppåt bladet slutligen försvinnande låg köl.

Acromion, långt midtåt	150	mm.
» bredt på midten	65	»
Afståndet från basen af acromion till främre öfre vinkeln	550	»

Humerus, radius & ulna.

Utaf öfverarmben hörande till denna art förekommo i Vegas samlingar fem stycken af högra och tre stycken af den venstra armen; och utaf underarmben tre stycken, nemligen en höger-radius, en höger- och en venster-ulna.

Sedda från utsidan utmärka sig alla öfverarmbenen genom sin stora inknipning i midttrakten på utsidan, men isynnerhet på baksidan; genom snedheten af caput, så att det med omkring sin halfva bredd skjuter bakom en vertikal linie, dragen inknipningens baktill mest inböjda ställe; genom trindlagda centraldelen af corpus samt genom samma centraldels afjemnade yta; genom rigtningen af tuberculum majus snedt inåt samt genom vinkelns storlek, som ledytorna för radius och ulna bilda mot hvarandra. Denna vinkel utgör vid pass 125°. Jag skall likväl något närmare beskrifva den här nedan afbildade humerus äfven som radius och ulna, samt derefter anföra det vigtigaste rörande äfven de andra armbenen.

Humerus dexter.

N:r 13 a. Ej numrerad för Vega-Expeditionens insamlingskatalog. Afbildad.

Framkanten af corpus är temligen rätlinig, derför att artikulations-partiet för radius ej obetydligt framskjuter. Den jemförelsevis korta bakkanten nedanför caput är så inåtsvängd att denna dess inbugtning utgör vid pass två femtedelar af en cirkelperiferi. Utvändigt är benet ock ganska starkt insvängdt isynnerhet strax nedanför caput; och utsidan från benets midttrakt till bort mot tuberculum majus är ganska starkt exkaverad.

Främre halfvan af benets insida är uppifrån och nedåt temligen rätlinig, förutom längst upp- och längst nedtill, på hvilka ställen utböjning af kantdelen förekommer. På samma sidas bakre halfva förekommer en från midttrakten upptill snedt nedåt och bakåt gående exkavation.

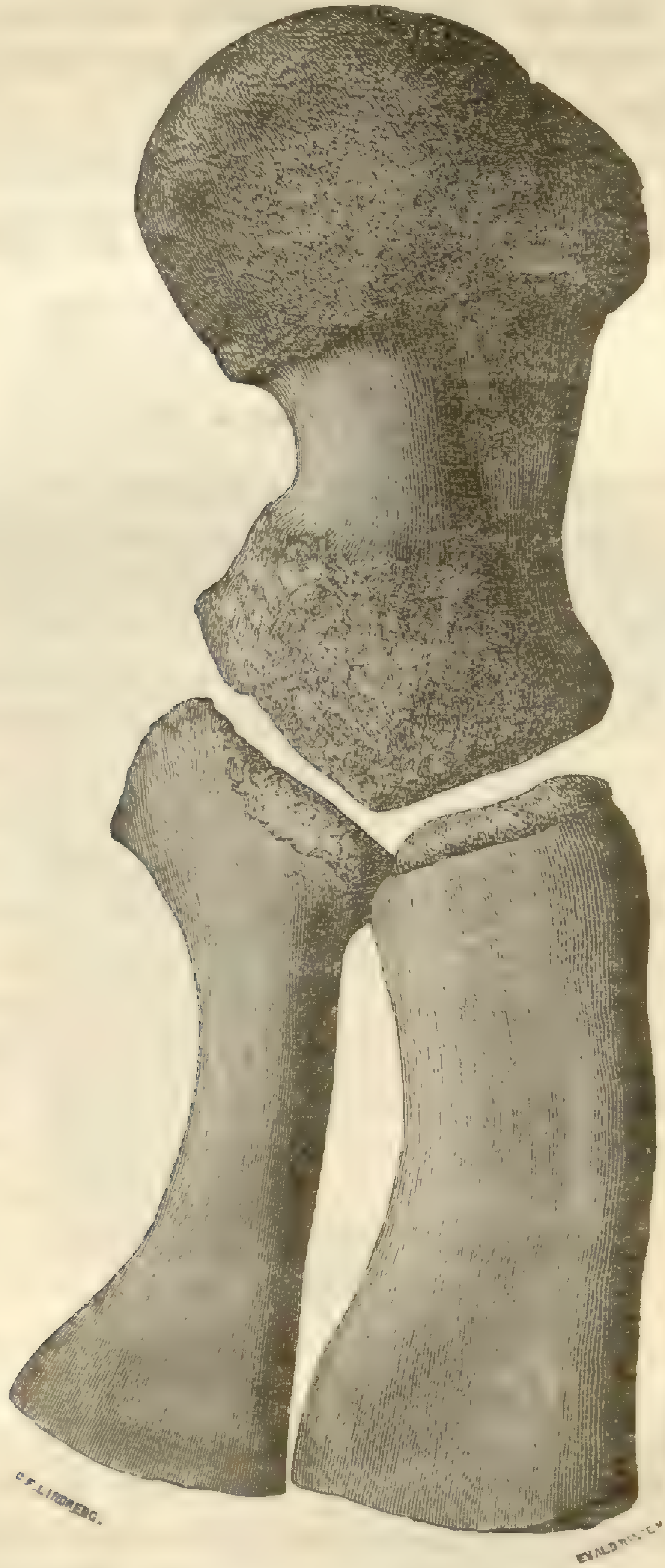

C. F. LINDBERG.

Fig. 13 a.

Fig. 13 b.

Fig. 12.

Caput, som är vid pass halfglobformigt, är förmedelst en inskärning begränsadt från tuberculum majus, som jemförelsevis med detsamma har föga utsträckning.

Så väl caput som ock den nedra epifysen är intimt fastväxt vid corpus. Dennas yttre sida är nedåt *mycket skroflig;* allt antydande att detta ben tillhört ett temligen utbildadt individ.

Humerus största totallängd utgör	650	mm.
Bredden af corpus på smalaste stället	210	»
Tjockleken	195	»

Radius dexter.

N:r 12 = Veg. Exp. N:r 17. Afbildad.

Detta strålben är jemte näst nedanför beskrifna ulna enligt Vega-Expeditionens insamlingskatalog »inköpt af en pitlekaj-bo».

Den nedra epifysen fattas; men den öfra upptäckte jag ej förr, än benet både beskrifvits och fotograferats. Vid fotograferingen iakttogs dock, att radius ställdes på behörigt afstånd från humerus. Vid kopieringen af fotografien, som upptog alla tre armbenen så, som de här afbildats, är denna epifys, som före dess afbildning inpassades på sin plats, äfven återgifven. Vid tillfället försågs den samma med N:r 197.

Benet är ej obetydligt tillplattadt; utsidan föga inåt böjd; framsidan vid början af andra tredjedelen, räknadt uppifrån, framskjutande med en tydligt något framstående del; baksidan temligen utringad; insidan mindre, och mest uppåt. Framkanten är på den förut nämnda framstående delen. och der ofvanföre, rundadt kölad. Insidan har ock, något nedom midttrakten, antydning till köl.

Benets bredd nedtill är en fjerdedels gång till så bredt som upptill.

På baksidan nedtill finnes en afplaning för anslutning till ulna.

Radius, längd midtåt[1]). Epifysen ej inräknad	530	mm.
Största bredd upptill	220	»
» » på midten	200	»

---

[1] Radius, epifyserna ej inräknade, på det 14,000 mm. långa skelettet i Zool. Riksmuseum, håller i längd midtåt 560 mm.

Största bredd nedtill	270	mm.
» tjocklek upptill	160	»
» » på midten	107	»
» » nedtill	130	»

Ulna dextra.

N:r 13 b = Veg. Exp. N:r 17. Afbildad!

Detta armbågsben är jemte det förut beskrifna strålbenet enligt Vega-Expeditionens insamlingskatalog »inköpt af en pitlekaj-bo».

Den nedra epifysen är borta.

Utsidan är, förutom uppåt samt något nedom midttrakten, föga inåtböjd; framsidan är nästan rätlinig, med undantag af ett framskjutande parti vid början af andra tredjedelen, räknadt uppifrån; baksidan är starkt utringad, dels derför att olecranpartiet skjuter långt bakåt samt snedt uppåt rigtadt, och dels derför, att benet nedtill är mer än dubbelt så bredt som på midten; insidan är något mer inåtböjd än utsidan. På nedre delen är utsidan i midttrakten plan; likasom i nedre trakten framtill för stadig slutning till nedra delen af radius.

Ulna, längd midtåt	460	mm.
Största bredd upptill	225	»
» » på midten	111	»
» » nedtill	240	»
» tjocklek upptill	130	»
» » på midten	82	»
» » nedtill	125	»

Här nedan vill jag lemna endast några mått på de öfriga benen af samma slag.

Humeri dextri:

N:r 25. Ej numreradt för Vega-Expeditionens insamlingskatalog.

Detta öfverarmben är utaf ett utbildadt individ. Åfven den nedra epifysen är intimt fastväxt.

Humerus största totallängd utgör	650	mm.
Bredden af corpus på smalaste stället	230	»
Tjockleken af corpus på smalaste stället	164	»
Största bredd upptill	422	»
» » nedtill	330	»

N:r 44 = Veg. Exp. N:r 70.

Funnet vid Pitlekaj enligt Vega-Expeditionens insamlingskatalog. Åfven den nedra epifysen är intimt fastväxt. Benet är mycket vittradt.

Humerus: Bredden af corpus på smalaste stället	230	mm.
Tjockleken	174	»

De öfriga måtten kunna af anfördt skäl ej med säkerhet tagas.

N:r 5 = Veg. Exp. N:r 2.

Enligt Vega-Expeditionens insamlingskatalog är detta öfverarmben, jemte tvenne kotor »tagna i närheten af fyndstället för N:r 1» i samma katalog, således i närheten af Pitlekaj, omkring 100 fot från stranden.

Åfven den nedra epifysen är fastväxt.

Humerus största totallängd utgör	560	mm.
Största bredd upptill	340	»
» » på midten	215	»
» » nedtill	270	»
» tjocklek upptill	270	»
» » på midten	142	»
» » nedtill	158	»

N:r 105 & 105 a = Veg. Exp. N:r 13.

Enligt Vega-Expeditionens insamlingskatalog är detta öfverarmben funnet i »trakten af Irgunnuk, jemte åtta andra hvalben af olika slag». Caput är afskildt och af mig särskildt numreradt. Nedra epifysen är borta. Benet har tillhört ett ungt individ.

Humerus största totallängd utgör	500	mm.
Största bredd upptill	315	»
» » på midten	118	»
» » nedtill	260	»
» tjocklek upptill	270	»
» » på midten	186	»
» » nedtill	153	»

Humeri sinistri:

N:r 39 = Veg. Exp. N:r 57.

Enligt Vega-Expeditionens insamlingskatalog erhölls detta öfverarmben vid Pitlekaj, jemte en hæmapofys.

Åfven den nedra epifysen är intimt fastväxt. På caput förekommer något af intorkadt brosk. Corpus är nedåt på utsidan *starkt skroflig* (af exostos?). Benet har tillhört ett utbildadt individ.

Humerus största totallängd utgör	645	mm.
Största bredd upptill	355	»
» » på midten	225	»
» » nedtill	335	»
» tjocklek upptill	310	»
» » på midten	208	»
» » nedtill	200	»

N:r 10 = Veg. Exp. N:r 14.

Enligt Vega-Expeditionens insamlingskatalog är detta öfverarmben funnet på fyndstället för samma katalogs N:r 2, således i närheten af Pitlekaj.

Åfven den nedra epifysen är intimt fastväxt.

Humerus största totallängd utgör	660	mm.
Största bredd upptill	445	»
» » på midten	230	»
» » nedtill	310	»
» tjocklek upptill	325	»
» » på midten	172	»
» » nedtill	195	»

N:r 104 = Veg. Exp. N:r 15. (Bär äfven numret 16).

Uti Vega-Expeditionens insamlingskatalog heter det för N:r 15: »Ett hvalben köpt af en tschuktsch i Pitlekaj»; för N:r 16: »Åtskilliga hvalben från fyndorten för N:r 5», om hvilket det heter: »Öfre delen af ett öfverarmben af en hval, funnet Ö. omkring 2000 fot från fyndstället för N:r 1, hvilket låg 100 fot från stranden».

Åfven den nedra epifysen är intimt fastväxt.

Humerus största totallängd utgör	680	mm.
Största bredd upptill	400	»
» » på midten	235	»
» » nedtill	330	»
» tjocklek upptill	245	»
» » på midten	178	»
» » nedtill	220	»

Ulna sinistra:

N:r 26 = Veg. Exp. N:r 34.

Enligt Vega-Expeditionens insamlingskatalog är detta armbågsben erhållet i Pitlekaj jemte »två andra ben och en kota».

Den öfra epifysen är fastväxt. Benet har tillhört ett utbildadt individ. Nertill på utsidan är det mycket skadadt; samt äfven något upptill, så att säkra mått ej kunnat tagas på dessa ställen.

Ulna, längd midtåt	640	mm.
största bredd på midten	150	»
» » nertill, omkring	290	»
» tjocklek upptill	160	»
» » på midten	103	»

Lamina marginalis mastacis.

N:r 72.

Uti Vegas samlingar förekomma tvenne marginalskifvor utaf de större barderna, utaf hvilka jag här beskrifver och afbildar den ena; men de äro ej numrerade för Vega-Expeditionens insamlingskatalog.

Färgen är mörkt skiffersvart samt, framför allt nedåt och isynnerhet på den inre halfvan, med längsgående bruna och skiffergrå strimmor.

Ytan har på båda sidor på nedre fyra femtedelarna parallela tvärbågar, af hvilka på skifvans nedre del, således i närheten af roten, ett trettiotal upptaga samma längd af barden som dennas totalbredd i samma trakt. Hvar fjerde—åttonde af dessa tvärbågar är efter regeln gröfre än de mellanliggande.

Mot spetsen är skifvan snedvriden i vid pass en half rät vinkel.

Längsåt har bardskifvan på båda sidor fina, något litet hit och dit böjda strimmor, uppkomna genom hårens granskap vid ytan.

Nedåt har skifvan på den ena sidan en längsgående urhålkning utmed kanten, och på den andra naturligtvis en motsvarande längsgående konvexitet.

Hela skifvan, isynnerhet basalhalfvan, har utkanten något utåtböjd, och inkanten, förutom nedersta delen, inåtböjd.

Till en ganska betydlig bredd än utkanten af skifvan under jemn rundning böjd till 115° vinkel mot den närmaste delen af skifvan; och på nedra delen af skifvan reser sig denna böjning af utkanten omkring 30 mm. öfver lägsta urhålkningen utmed framkanten, vertikalt taget på ett tvärgenomsnitt af skifvan.

Den inre kanten af skifvan från det ställe, till hvilket den intilliggande vida kortare biskifvan stödt sig, är ända ut till spetsen fransad med skiffersvarta, tagellika, frigjorda hår, af hvilka de längsta hålla omkring 225 mm. i längd samt $^1/_{10}$ mm. i diameter, närmare basen; mot spetsen äro de finare, antagligen i följd af slitning. Dessa fria hår utgå ej blott ifrån skifvans inkant utan äfven från skifkantens, intill 1—2 mm. bredd inåt skifvan, afbarkade sidor, samt till ett antal af omkring 6—8 fria hår i bredd, men ingalunda precist midt för hvarandra.

Vid en genomskärning af skifvans inre kantdel, vid början af skifvans andra fjerdedel, räknadt från dess bas, visar sig under mikroskopet, att de jemförelsevis tunna kortical-lagren, ett på hvardera sidan, innesluta tvärs öfver räknadt, omkring ett dussin hår, af hvilka de fyra, som ligga i skifvans centrala del, äro finare än de på hvardera sida utanför liggande efter reglen gröfre, mellan hvilka, här och der, äfvenledes ett finare, likasom alla de andra, ej frigjordt hår, har sin plats. Efter regeln är det i synnerhet de gröfre håren, som bilda den förutnämda hårfransen.

Den beskrifna skifvan höll i totallängd allt intill de yttersta hårspetsarna, 2980 mm.; bredd nertill på det ställe, hvarest hårfransen börjar, 180; samt största tjocklek på samma ställe, 5 mm.

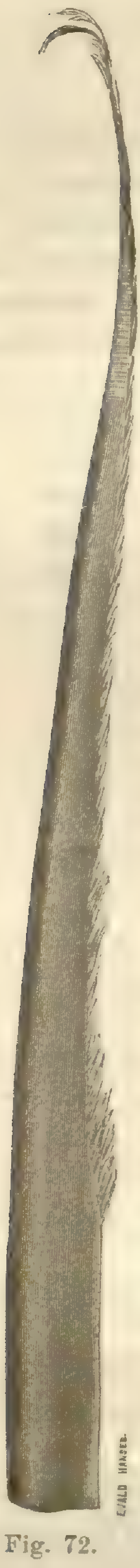


Fig. 72.

Orca Eschrichtii

forma Beringensis MALM.

N:r 47 = Veg. Exp. N:r 83.

Uti samlingen finnes ett särdeles i panntrakten skadadt kranium, med tillhörande både fram och baktill mer eller mindre stympade underkäkar. Nosspetsen äfvensom hakspetsen äro något skadade, hvilket likväl ej hindrar att föreställa sig de ursprungliga konturerna.

Kraniet fans i Nuhnamone, som är beläget vid St. Lawrencevikens mynning, den 21 Juli 1879. Den grå färgen hos det i vittring stadda kraniet antyder, att det länge legat på land. De såväl gula som grå lafvar, som på flera ställen och till stor del kläda detsamma, synas utvisa, att det legat så högt öfver hafvet, att vågsvallet ej nått dit upp.

Från sidan sedt är kraniets öfre kontur i midttrakten af nosen rätlinig; vid sjelfva nosspetsen stupar den ner till käkkanten; men bakåt, räknadt från något framom inskärningarna, böjer konturen sig ej obetydligt upp emot den uppskjutande midtdelen af os frontis, för att ej säga os occipitis.

Käkkanten är straxt framom inskärningen vertikal, men den öfre plana delen af nosen afrundar sig allt mer ned mot tandkanten, ju längre det är fram emot nosspetsen.

Det ena os intermaxillare är på det bredaste stället framme på nosen något mer än en half gång till så bredt som samma ben midt för tredje tanden, räknadt bakifrån; och det utanför liggande os maxillare är på sistnämnda ställe, mätt horisontelt till en vertikal linia från öfverkäkkanten, nära tre gånger så bredt som os intermaxillare på samma ställe.

Uti den stora exkavationen på hjernskålens sidor bildar os parietale en snedt bakåt och uppåt rigtad, ganska stark konvexitet.

Processus zygom. oss. max. sup. är utåt starkt sväld och utvändigt snedt likasom stympad samt har en ej obetydlig lutning framåt.

Condylus ossis occipitis är särdeles långt utstående. Nackbenet ofvan densamma är både uppåt och åt sidorna plant, men här med en stark och bred vikning uppåt, hvilken under nästan rätvinklig böjning sträcker sig, ehuru slutligen helt låg, ända ner mot nackbenets åt sidan mera utskjutande del. Emellan nämda vinkel och condylus finnes en djup, i bottnen nästan plan försänkning, som fortsätter utåt den nedanför liggande delen af os occipitis. Foramen magnum är något bredare än högt, samt omkring fem gånger så bredt som smalaste stället mellan condylhalfvorna nertill.

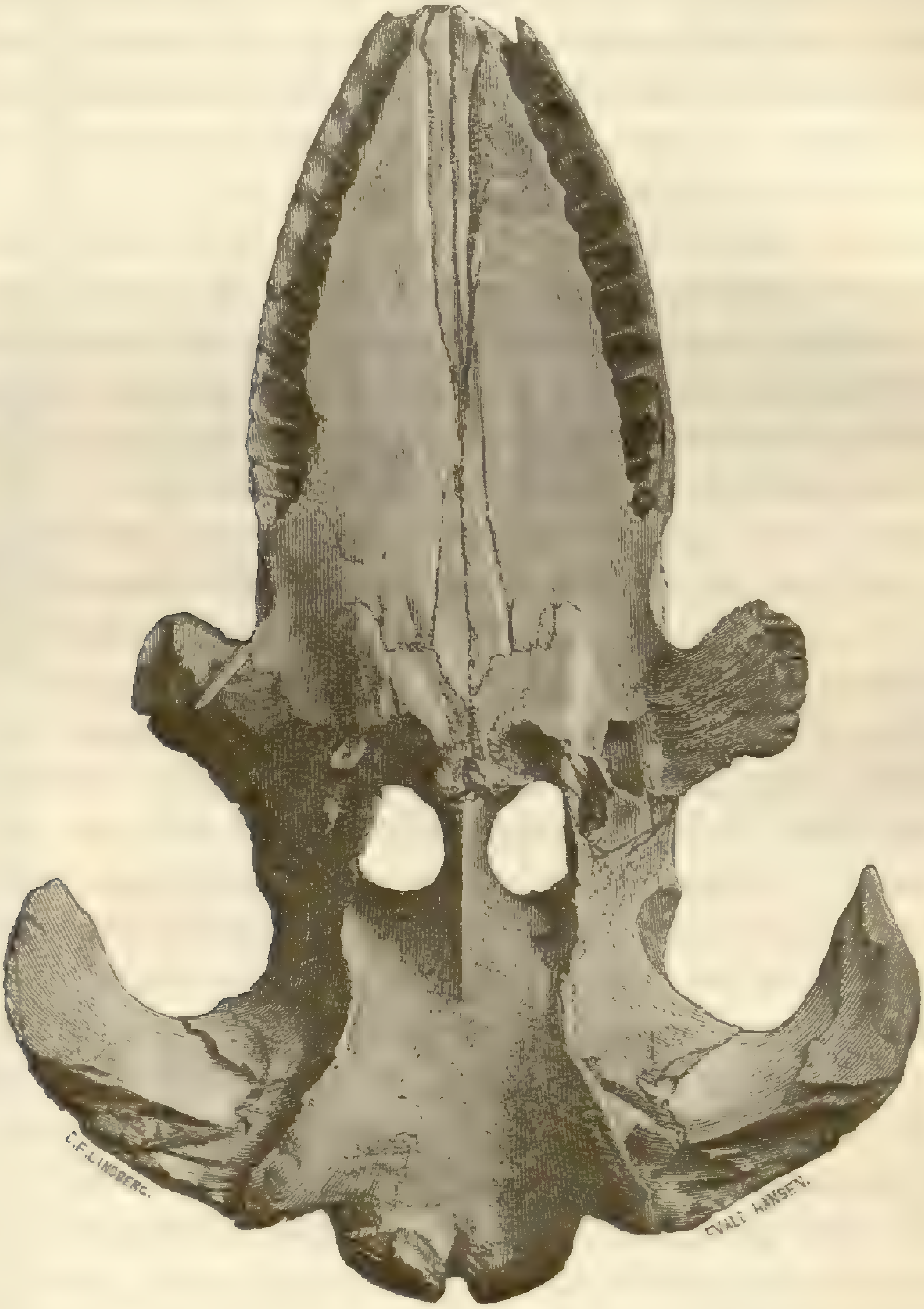

C.F.LINDBERG.
EVALD HANSEN.

Fig. 47.

Processus articularis ossis temp. skjuter långt åt sidan, hvarefter den har en afrundadt rätvinklig böjning långt framåt.

Sedt från undre sidan, eller så som kraniet är framstäldt i närstående figur, hvilken är utförd efter en fotografi och till storleken utgör $^3/_{28}$ af den naturliga, visar det sig att öfverkäkbenen sluta sig så tätt tillsamman i gomhvalfvet, att vomer på intet vis kunnat synas der äfven om det varit förhanden i den trakten af kraniet. Detta ben är nemligen äfven till stor del borta. Midt för den tredje tanden, räknadt bakifrån, skilja sig öfverkäksbenens inkanter så småningom allt mer ifrån hvarandra; hålla sig omsider nästan parallela, men divergera något framme vid nosspetsen. Emellan dem ligger såsom vanligt mellankäksbenens andel i bildningen af främre delen utaf gomhvalfvet. Dessa förhållanden äfvensom gränserna för gombenen synas bäst uppå hithörande figur, utaf hvilken man bland annat finner, att pterygoidea fattas.

Suturen mellan os occipitis basilare och os sphenoideum är fullständigt sammanväxt, hvilket i förening med den starkt utbildade crista occipitalis, antyder, att individet varit utbildadt samt haft en totallängd af omkring tjugotvå fot, svenskt mått.

Såsom figuren likaledes naturtroget utvisar, är nosens största bredd midt för midten af tredje tanden, räknadt bakifrån, samt vida bredare än afståndet mellan inskärningarna. Han är derjemte bredare äfven mätt öfver de bakom liggande tänderna, äfvensom ända fram till den sjette. Då nosens kontur utanför *hela* tandraden har en fullkomligt jemn, det är cirklad afrundning, får nosen en form som är särdeles egendomlig och utmärkande. Medelpunkten för denna cirkel finner man, om en linia drages vinkelrätt mot kraniets längsaxel genom skiljeväggens mellan andra och tredje tanden inåt vända bas, såsom vanligt räknadt bakifrån. På den utanför nosen t. ex. venstra sidan utdragna linien ligger cirkelns medelpunkt lika långt aflägsen från den högra sidans kontur, hvilken infaller i cirkels periferi, som det snedt tagna afståndet från inskärningen mellan kondyl-halfvorna till basaldelen af den sista, det är den bakersta tanden. En nära liknande kontur, men med vida större radie förekommer hos *O. pacifica*, men hos denna ligger nosens största bredd omedelbart framom inskärningarna. Hos *O. capensis* är käkkanten i baktrakten rätlinig; hos *O. Eschrichtii* är den rätlinig utanför andra—fjerde tanden, räknadt bakifrån.

Kraniet håller i:

Längd från cond. oss. occip. till nosspetsen	1050 mm.
Från inskärningen till nosspetsen[1]	525 »

---

[1] Då detta mått skall tagas, uppdrager jag en rät linia mellan inskärningarnes bakre konturer, tvärs öfver kranium. Afståndet från midten af denna linia till nosspetsen utgör nosens längd.

Bredd mellan inskärningarna	335	mm.
» på midten af nosens längd	322	»
Största bredden mellan proc. art. oss. temp.	710	»
Den ena kondylhalfvans största höjd, efter rundning	175	»
Den ena kondylhalfvans största bredd, efter rundning	100	»
Bredden tvärs öfver kondylhalfvorna	220	»
Höjden af foramen magnum	75	»
Bredden » » »	90	»
» » os intermaxillare midt för 3:dje tanden, räknadt bakifrån	37	»
Bredden af os maxillare på samma ställe, mätt horisontelt	105	»
Bredden, största, af os intermaxillare, framme på nosen	60	»

N:r 48, högra och 49 venstra underkäken = Veg. Exp. N:r 83.

Båda underkäkarne äro mycket skadade, särdeles bakåt, hvadan jag måst inskränka mig till följande anteckningar.

Från trakten af femte tanden, räknadt framifrån, finnes på utsidan en till att börja med bred, längsgående exkavation, hvilken bakom tandraden blir mycket smal och följer benets öfverkant derstädes tre femtedelar af afståndet från sista tanden till processus coronoideus. Längre ned i baktrakten förekommer en djupare, likaledes längsgående exkavation.

På käkens insida förekommer ock en längsgående lätt exkavation, som börjar bakom symphysis och slutligen sträcker sig upp emot processus coronoideus.

Dylika exkavationer finnas ock hos underkäken till det kranium i Göteborgs Naturhistoriska Museum af *O. Eschrichtii* hvilket jag under N:r 36 a beskrifvit i »Hvaldjur i Sveriges Museer, år 1869», sid. 83.

Längden af symphysis utgör vid pass 160 mm.

Tänderna äro bortfallna, men formen är tydlig, nemligen H. $\frac{12}{13}$; V. $\frac{12}{13}$; antagligen med tillägg af *en till* på hvardera sida, längst framme i öfverkäken.

Sedan vi genom Vega-Expeditionens upptäckt i Nuhnamone kommit till någon kunskap om *kraniet* hos en stor späckhuggare från Behringsundets sydligare del, eller från en polhöjd af omkring 65° 30′, måste vi för så vidt omständigheterna sådant medgifva tillse, om detta fynd *med skäl* låter inregistrera sig under någon förut *namngifven* art. Dervid bör det på förhand anmärkas, att de arter, som man tilltrott sig bäst känna, hufvudsakligen blifvit bestämda efter vissa proportioner i kraniets byggnad, hvartill, då man haft tillgång på större material, djurets färg äfven fått afgifva sin andel uti kännemärkena för ett par arter.

De arter, som omsider blifvit mer eller mindre utredda, äro i främsta rummet de, hvilka träffats i Nordsjön och dess vikar eller annars uti nästintill liggande del af Atlantiska oceanen. Dessa äro ock de, som för det närvarande äro jemförelsevis särdeles väl representerade i Museerna, och antagligen bäst uti de skandinaviska länderna.

Dessa arter äro: *Orca gladiator*, artnamnet efter LA CEPÈDE upptaget af LILLJEBORG, af författaren samt af flera utaf nutidens zoologer; samt *Orca Eschrichtii* STP., förf. och LILLJEBORG[1]).

Orca minor RHDT., MALM, anses utaf en del zoologer som identisk med *O. gladiator*.

Orca gladiator är samma art som *O. stenorhyncha* GRAY; *Orca Eschrichtii* är lika med *O. latirostris* GRAY.

Från Norra Atlanten känna vi ej flera species än de förenämnda.

I den senare tiden har COPE efter M. SCAMMON uppstält tvänne andra »arter», som förekomma i norra delen af Stilla Oceanen, emellan 20° och 60° nordlig latitud. Den art, som COPE kallat *Orca rectipinna* är till det yttre korteligen beskrifven af SCAMMON efter exemplar, simmande i hafvet. Hanen uppgifves att hålla i längd omkring 20 fot och honan 15 fot, engelskt mått, Den upprätt stående ryggfliken skall i höjd mäta 6 fot, samt ändå mer hos stora hanar. Färgen uppgifves som »black and black with streaks of White on the forward part of the sides from near the eye, extending as far as the end of the back fin in some cases. A greater portion of the belly is almost invariably white in the females.» SCAMMON anför på samma ställe[1]), att han aldrig sett mer än ett dödt exemplar, nemligen en hona af 15 fots längd, »which answers to the above description». Denna art förekommer utanför Californiens kuster samt ändå något längre söderut, eller till 20° nordlig bredd.

---

[1]) = *Orca gladiator* var. *arcticus* GERVAIS, Osteogr. Cet. tab. XLVII, fig. 3.

Den andra »arten», som COPE kallat *O. ater*, likaledes efter samme SCAMMONS anteckningar, är helt och hållet grundad på sådana efter exemplar, gående i hafvet. Den förekommer, enligt SCAMMONS uppgift på det citerade stället, men sid. 57, utanför Nord-Amerikas nordvestkust från Oregon till Aleutiska öarna, eller, såsom det heter i SCAMMONS Marine Mammals, utgifven i San Fransisco 1874, uti norra delen af Stilla Oceanen, genom Behrings sund samt in i Arctiska oceanen.

Om denna »art» heter det, att individerna hafva kortare och mycket bredare samt bakåt böjd ryggflik, samt »*appear*[2]) to have more white on the sides and are of a dull black on the back».

SCAMMON tillägger, att han den 7 Nov. 1868 i sundet Juan de Fuca, off Port Angelos, såg ett antal »Killers», som hastigt rörde sig framåt. Han observerade då, att en bland dem hade en hvit fläck på sidan, bakom ögat. På det öfverallt annars svarta djuret visas denna fläck såsom långsträckt oval på fig. 17, till hvilken l. c. hänvisar.

På nämda figur sträcker sig fläcken från ögat till midtför bakre armvecket, och hans öfra kontur ligger i höjd med ögat.

Texten omtalar ej, hur pass stort det afbildade fritt simmande exemplaret var, men figuren har i det närmaste samma storlek som den ofvanför tecknade fig. 16, som återgifver den 15 fot långa honan af COPES *O. rectipinna* från kusten af Californien.

Det afbildade exemplaret måste väl anses som det, hvilket SCAMMON i sitt senare utgifna och ofvanför citerade arbete benämner »*ater varietas*».

COPE har, l. c. sid. 22, på nämda figur i förening med ofvanför återgifna beskrifning grundat sin »*O. ater*». Om färgen säger han: »In *O. ater* the inferior surfaces *appear*[2]) to be entirely black, or *nearly so*[2]).

---

[1]) Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, 1869, sid. 56.

[2]) Kursiveradt af författaren till föreliggande arbete.

Uti Supplement to the Catalogue of Seals and Whales in the British Museum, London 1871, uppföras dessa »species» sid. 92, af GRAY. Om *O. rectipinna* heter det, att den har ingen hvit fläck bakom ögat; om *O. ater*, att den är »black above and below, with white spot behind eye».

Sammanställa vi nu det lilla, som SCAMMON antecknat efter i hafvet gående djur med det likaledes lilla, som såsom artmärke upptages af COPE och GRAY, hvilka ej haft annat än SCAMMONS uppgifter att rätta sig efter, synes det mig som om COPES arter ej vore grundade på något af värde för bestämning af arter framförallt inom ett så föga formföränderligt slägte som *Orca*, med afseende så väl på de arter, som förekomma i norra, som ock på de uti den södra hemisferen. Utaf ingendera af de COPESKA arterna känner man, för så vidt jag vet, någon enda del tillhörande skelettet, ej heller utaf någon annan *Orca* från Behringshafvet och närmast intill liggande vattendrag, utom det kranium, som här är föremål för afbildning och beskrifning, och hvilket Vega-Expeditionen fann i en trakt, som ligger mycket nära intill de, uti hvilka SCAMMON observerade sin »Short-finned Killer», och hvilken äfven han säger »appear to have more white on the sides». Under sådana förhållanden, under det att färgfördelning ej kan sägas vara närmare känd mer än hos en enda art, nemligen *O. gladiator*, och i betraktande af att, som förut blifvit nämndt, kraniet hufvudsakligen rådfrågats vid artbestämningen, och att ryggflikens höjd och formförhållande omvexla under djurets tillvext, både hos hanen och honan, skulle det naturligtvis blott grundas på en gissning, ifall man ville använda något af de COPESKA namnen för den art, som vårt kranium tillhört. Med bestämdhet vet man ej, enligt författarnes egna ord, hurudan färgteckningen i detalj är hos dessa COPESKA »arter». Ändå mindre vet man, hurudan denna färgteckning varit hos det djur, utaf hvilket här beskrifna kranium utgjort en del; men att detta kraniums byggnad och formförhållande utvisa stor frändskap med *Orca Eschrichtii* från Nordsjön, derom öfvertygas man genast vid jemförelsen med ett sådant utaf denna art, hvaraf tillgång som bekant finnes på så nära håll som i Göteborgs Naturhistoriska Museum.

Det förut anförda skulle i sanning vara nog om det man vet om slägtets »arter» i den norra hemisferen; men då åtminstone de kända kranierna utaf den södras »arter» ganska mycket erinra om åtminstone den sistnämda bland den förras, derutinnan att nosen likasom hos dem är jemförelsevis bred, böra vi ock nämna några ord om dessa.

Gray har såsom bekant uppställt en art, *Orca capensis* efter kranier från Cap. b. Spei och från de nordost om Madagaskar liggande Seychelles-öarna. Blott lokaliteten förhindrar, att den arten och den från Lawrence-viken kunna vara identiska. Afvikelser finnas ock såväl hos kranierna hos dessa båda, som mellan dem och *O. Eschrichtii*, hvilket redan på annat ställe här är anfördt. Samme författare har emellertid i Zool. of the Erebus and Terror, tafl. 9, afbildat ett kranium under samma namn och sagt det vara »from Southern ocean, Cape of Good Hope». Uti förut citerade Supplement sid. 91, omtalar han (likasom i catalogerna för 1859 och 1866), att detta kranium erhållits från the Zool. Society, som fått det »by Capt. Delville, who said he obtained it in the North Pacific(?)». Han tviflar emellertid uppå, att det är ifrån *Norra* Stilla Oceanen derför, att han tror, att ett kranium af samma art finnes uti Pariser-Museet, »collected by M. Eydoux, and said to have come from Chili». Här nämner han, att det tillhör ett helt och hållet från *O. capensis* skildt species, för hvilket han föreslår namnet *O. pacifica.* Sid. 93 uppställer han arten som typ för ett nytt genus och tilldelar den namnet *Ophysia pacifica*, samt tillägger der, utan något slags anmärkning: »Inhab. North Pacific».

Slägtet *Ophysia* karakteriserar han gent emot *Orca* dergenom, att det förra har afståndet mellan inskärningarna vid nosens bas $^2/_3$ och det senare $^3/_5$ af nosens längd, samt »occiput deeply concave», hvaremot denna del af kraniet hos Orca är »slightly concave». Då man vet, att dessa förhållanden vexla med åldern, hvilket särskildt gäller om det senare, som får tillskrifvas en större utveckling och höjd af crista occipitalis, äro sådana karakterer allt för svaga för att på dem grunda genera. Det bör likväl tilläggas, att samma crista kan vara jemförelsevis mycket utbildad hos ett mindre *Orca*-kranium än hos ett större, ifall de tillhört olika arter eller ock olika kön.

Uti nämda Grays supplement, sid. 93, förekomma några mått på *Orca*-kranier i British Museum, bland hvilka äfven typen för *O. pacifica.* Vid reduktion till metermåttet utgör detta kraniums:

Längd från cond. oss. occipitis till nosspetsen	925	mm.
Från inskärningen till nosspetsen	456	»
Bredd mellan inskärningarna	317	»
» på midten af nosens längd	253	»

Jemföras dessa mått med dem hos kraniet från Lawrence-viken eller ock GRAYS citerade figur med den, som här lemnats, finner man genast, att bredden mellan inskärningarna relativt är vida större hos *O. pacifica* än hos vår form. Denna har nosens sidor mer cirklade och dess största bredd infaller ej omedelbart framom inskärningarne utan något längre fram, eller så som det i beskrifningen här nämnes, midt för midten af tredje tanden, räknadt bakifrån.

Att ej någon vigt för artbestämningen kan fästas vid nackens inbugtning, som naturligtvis förorsakats af den med åldern höjda crista occipitalis, är redan i det föregående nämndt.

Uti Transactions and Proceedings of the New Zealand Institute 1874, vol. VII, har JAMES HECTOR sid. 251 och följ. lemnat »Notes on New Zealand Whales». Sid. 260 heter det om den efter ett kranium från trakten af New Zealand upptagna *O. pacifica* GRAY, att detta utmärkes af sådana karakterer, som finnas hos det af GRAY i Proc. Zool. Soc., 1870, p. 76 beskrifna, samt väl öfverensstämmer med fig. af *O. capensis* i Erebus and Terror, hvilket numera utgör typen för *O. pacifica* GRAY.

Detta Ny-Zeeländska kranium har, efter gjord måttreduktion, följande dimensioner:

Längd från cond. oss. occip. till nosspetsen	760	mm.
Från inskärningen till nosspetsen	380	»
Bredd mellan inskärningarna	210	»
» på midten af nosens längd	203	»

Nosens bredd på midten i förhållande till sin längd visar i sanning likhet med brednosiga *Orcæ* i allmänhet, således *capensis* GRAY, *pacifica* GRAY och *Eschrichtii*, men formen hos underkäken, sådan HECTOR återgifver denna i fig. 2 på pl. XVI, afviker genom sin ringa höjd i tandtrakten mycket ifrån dem alla, och äfven från den hos det kranium, som närmast är föremål för våra undersökningar.

Utaf dessa synes det mig tydligt framgå, att vi mellan 10°—40° sydlig latitud känna två brednosiga former, nemligen *O. capensis* GRAY och *O. pacifica* HECTOR samt dertill måhända en tredje, för hvilken fyndorten ej är säker, nemligen *O. pacifica* GRAY.

I norra hemisferen ega vi i Nordsjön eller rättare nordligaste delen af Atlantiska Oceanen *Orca Eschrichtii* samt, i nordligaste delen af Behrings-hafvet en art. eller den, utaf hvilken ett kranium hemförts af Vega-Expeditionen; båda två likaledes brednosiga.

Vida mer fruktlöst blir det, om man försöker att identifiera Lawrence-fyndet med de *Orcæ*, som omtalas och till och med efter utaf infödingar förfärdigade trämodeller beskrifvas utaf de författare, som både i äldre och i nära intill oss liggande, yngre tider, berest Behrings-hafvet eller dess omgifningar. Dessa författare hafva sjelfva ej heller, just på grund af deras för vetenskapen fullkomligt värdelösa iakttagelser, kommit till andra resultater, än att de i nämda trakter förekommande *Orcæ* äro identiska med den eller de djurformer i Norra Atlantiska Oceanen, hvilka på den tiden gingo under det gemensamma namnet *Orca* eller *Delphinus Orca.*

Uppgifterna såväl hos PALLAS som hos CHAMISSO och MIDDENDORFF lemna på sin höjd underrättelse om, att genus *Orca* är representeradt äfven i Behrings-hafvet och dess omnejd. Huru pass upplysande dessa uppgifter äro, synes blott deraf, att CHAMISSO i Nova acta Ph. med. Acad. C. L. C., tom. 12, p. 1, 1824, pag. 262, måst inskränka sig till afbildning (l. c. pl. XX, fig. IX), af en trämodell förfärdigad af Aleuter, hvilka uppgifvit, att ett sådant djur håller 13 fot i längd, hvartill fogats ett par uppgifter om djurets lif och blodfullhet. MIDDENDORFF's uppgift, sid. 123, i andra delen af Zoologien i hans Sibiriska resa, tryckt i St. Petersburg 1851, är i sin helhet följande, eller att han utaf »*Phoecæna orca* im Fernrohre beobachtet am 13:ten Juli ein Rudel von etwa 15 Stück dieser Thiere, welche sich durch ihre hohe und spitze dreieckige Rückenflosse verrathen, zumal die Räuber bei den gewaltsamen Bewegungen welche sie ansüben, oft hoch über das Wasser emporragen. Sie trieben damals die Walfische an die Küste.»

Jag har här blifvit något vidlyftig derför, att det varit angeläget att lemna en sammanfattad öfversigt af ett genus, hvars flesta »arter» ännu äro inhöljda i ett, hvad angår hvaldjuren, mer än vanligt dunkel.

Det kan för öfrigt vara ganska sannolikt, att det förhåller sig med dessa stråtröfvare likasom med t. ex. *Falco communis*, att de just på grund af sitt lefnadssätt äro mer kosmopolitiska, än andra hvaldjur, så att »arterna» komma att till antalet betydligt reduceras, då de blifva bättre kända.

Förkastligt är det i alla afseenden att i vetenskapliga arbeten uppställa arter efter beskrifningar och figurer utförda efter i hafvet fritt simmande individer, hvadan man ej får fästa sig vid sådana uppgifter, äfven om de komma ifrån en sådan fackman som COPE, eller framkallats af sådana till utseendet merendels granna afbildningar, som de, hvilka förekomma hos SCAMMON, hvars arbete alltigenom är af praktisk eller roande natur och till uppställning ej olikt ett och annat utaf de äfvenledes prydliga arbeten, som M:r L. LLOYD utgifvit till stort intresse för sportsmän.

Berardius Vegæ. MALM, n. sp.

N:r 50 = Veg. Exp. N:r 85.

Vid Vega-Expeditionens besök på Behringön och under uppsamlingen derstädes af den stora mängd utaf ben af *Rhytina Stellerii*, som samlingen innehåller, fans jemte dessa, på och delvis nerbäddadt i sanden, ett utblekt, krithvitt stycke utaf ett Ziphioid-kranium af stort intresse, derför att det efter sorgfälligt studium visat sig tillhöra ett genus, hvars få representanter hittills *uteslutande* träffats i södra hemisferen, nemligen i trakten af Nya Zealand.

Ända till början af detta århundrade kände man utaf Ziphioider blott den sedan gammalt bekanta *Hyperooden butzkopf*. Sedan den tiden ha flera individer af andra slägten träffats än här och än der både i Nordsjön, Kattegat och Medelhafvet, vid sydligaste delen af Afrika samt vid Nya Zealand, hvarest det synes som om de egentliga *Ziphii* mer allmänt förekomma än annorstädes. Fordomtima voro dessa starkt representerade, hvarom de många fynd vittna, som träffats i Norfolk Crag formationen m. fl. andra ställen. Allt synes derför antyda, att dessa djurformer då ej blott voro allmänna utan äfven spelade en betydlig role i naturen. äfvensom att de i den tid nu är hålla på att utdö, samtidigt med de äfvenledes i vår tid jemförelsevis sparsamt förekommande cephalopoderna, utaf hvilka man vet, att ziphioiderna hemta sin hufvudsakligaste näring. Detta är fallet med nämnda *Hyperoodon*. I magen på det $30^1/_2$ fot långa exemplaret af *Berardius Arnouxii*, som, enligt HAAST fångades nära Canterbury på Nya Zealand år 1868, fann man nära 4 kannor — half a bushel — utaf de hornlika mundelarna af en *Octopus*.

Slägtet *Berardius*, som, för så vidt man vet, ej är representeradt af mer än nämda art, grundades af DUVERNOY[1]) på ett kranium, som Pariser Museet erhöll från Nya Zealand år 1846, hvilket hemfördes af korvetten »le Rhin», som fördes af kapten BÉRARD, och på hvilken M:r ARNOUX var anstäld som kirurg. Såsom man finner, äro båda dessa personers namn fästade vid denna sällsamma djurform, hvilken bland annat är lätt igenkänlig från *Ziphius* derigenom, att dess kranium är till den grad symmetriskt, att intermaxillarbenen baktill i grunden äro lika stora och lika breda samt under jemn höjning nästan rätlinigt uppstigande på ömse sidor af näsöppningarna, hvartill kan läggas den framom inskärningen mer än hos *Ziphius* svälda och höjda delen af os maxillare; men oändligt mycket mindre än hos *Hyperoodon*. Hos detta slägte likasom hos *Ziphius* och *Mesoplodon* äro bakre delarna utaf mellankäksbenen under så stark böjning uppåt, upp- och slutligen framstående, att de med öfversta delen likasom hänga öfver den bakre delen af nästrakten. Likasom hos samslägtingarna finnas inga tänder i öfverkäken; i den undre deremot förekomma två på hvardera sidan, nemligen en längst framtill och en midtför midten af symphysis längdsträckning.

Genom HAAST'S framgångsrika verksamhet ha i den senare tiden några få exemplar till erhållits vid Nya Zealand, utaf hvilka ett skelett kommit till Europa och befinner sig i Museet i Royal College of Surgeons uti London.

Detta skelett har FLOWER beskrifvit och afbildat i Transact. of the Zool. Soc., vol. X, part. IX, 1878, hvarvid äfven några mått anförts, med tillhjelp af hvilka vi vilja efter beräkning uppgifva de motsvarande mått, som sannolikt Behringöfyndet haft. De Flowerska måtten äro likväl här reducerade till mm.:

Skelettets totallängd 29 Eng. fot = 8,816 mm.

---

[1]) **Ann. Sc. nat. 3 ser. t. XV, p. 52—68, pl. 1. 1851.**

Kraniets totallängd 54 Eng. tum = 1,368 mm.
» bredd mellan inskärningarna 15,7 Eng. t. = 398 mm.

Med bredden mellan inskärningarna såsom utgångspunkt, enär denna till hälften bestämdt *kan* uppmätas hos Behringö-fyndet, ha de motsvarande dimensionerna hos detta utgjort 9,080, 1,410 och 410 mm., således något litet större än Flowerska exemplaret, med hvilket jag ansett mig böra jemföra det föreliggande.

Då jag jemför Behringö-fyndet med de afbildningar och beskrifningar öfver motsvarande delar af kraniet hos *Berardius Arnouxii*, som lemnats af DUVERNOY, l. c.; af V. BENEDEN och GERVAIS i Ostégraphie des Cétacées, pl. XXIII samt XXI bis, fig. 1—4; af R. OWEN uti Palæontographical Soc., vol. 23, pag. 29; af F. J. KNOX och J. HECTOR i Transact. of the New Zealand Institute 1870, vol. 3, p. 125; samt af W. FLOWER, l. c., visar sig i sanning en stor öfverensstämmelse mellan samma delar. Det vill dock synas som om öfverkäksbenets utvidgning framom inskärningen går längre framåt på nosen och i yttre kanten ej är så starkt inbugtad som hos *Berardius Arnouxii*. Men äfven om dessa förhållanden tilläfventyrs kunna anses som individuela afvikelser, vågar jag ej, blott med sigte på de vidt skilda fyndorterna, den ena långt söder och den andra ändå längre norr om Equatorn, identifiera Behringö-fyndet med *B. Arnouxii* från Nya Zealand, utan upptager detsamma under ett särskilt namn, nemligen *Berardius Vegæ*, till erinring om detta Expeditionens i alla afseenden i högsta grad intressanta fynd.

Uti närstående figurer finna vi detta fynd afbildadt. Nackpartiet är borta, så att blott något mer af högra sidans framvägg af hjernskålsregionen finnes. Utaf ansigtsregionens venstra del är det ock temligen litet, som finnes, men dock så pass, att man tydligt kan bilda sig ett omdöme om kraniets utseende, då det var helt. Bakre delen af högra pannbenstraktens utåt sidan utskjutande del är ock borta äfven som en betydlig del utaf nosen. Öfverkäkbenet är bakåt ända från orbitaltrakten mer och mer sväldt, särskilt i utkanten; men, sedt rakt från sidan, höjer sig den ansvälda utkanten blott vid pass en fjerdedel af högra näsöppningens bredd öfver det midt för liggande mellankäksbenets öfre yta. Öfverkäksbenets nämda, största ansvälning är en half gång till så tjock som nämda näsöppnings bredd. Såväl ofvan som undertill är öfverkäkbenet framom orbitaltrakten exkaveradt; och bakom den ofvan trubbiga valk, som framom orbitaltrakten sträcker sig snedt framåt och utåt, är samma ben ock exkaveradt.

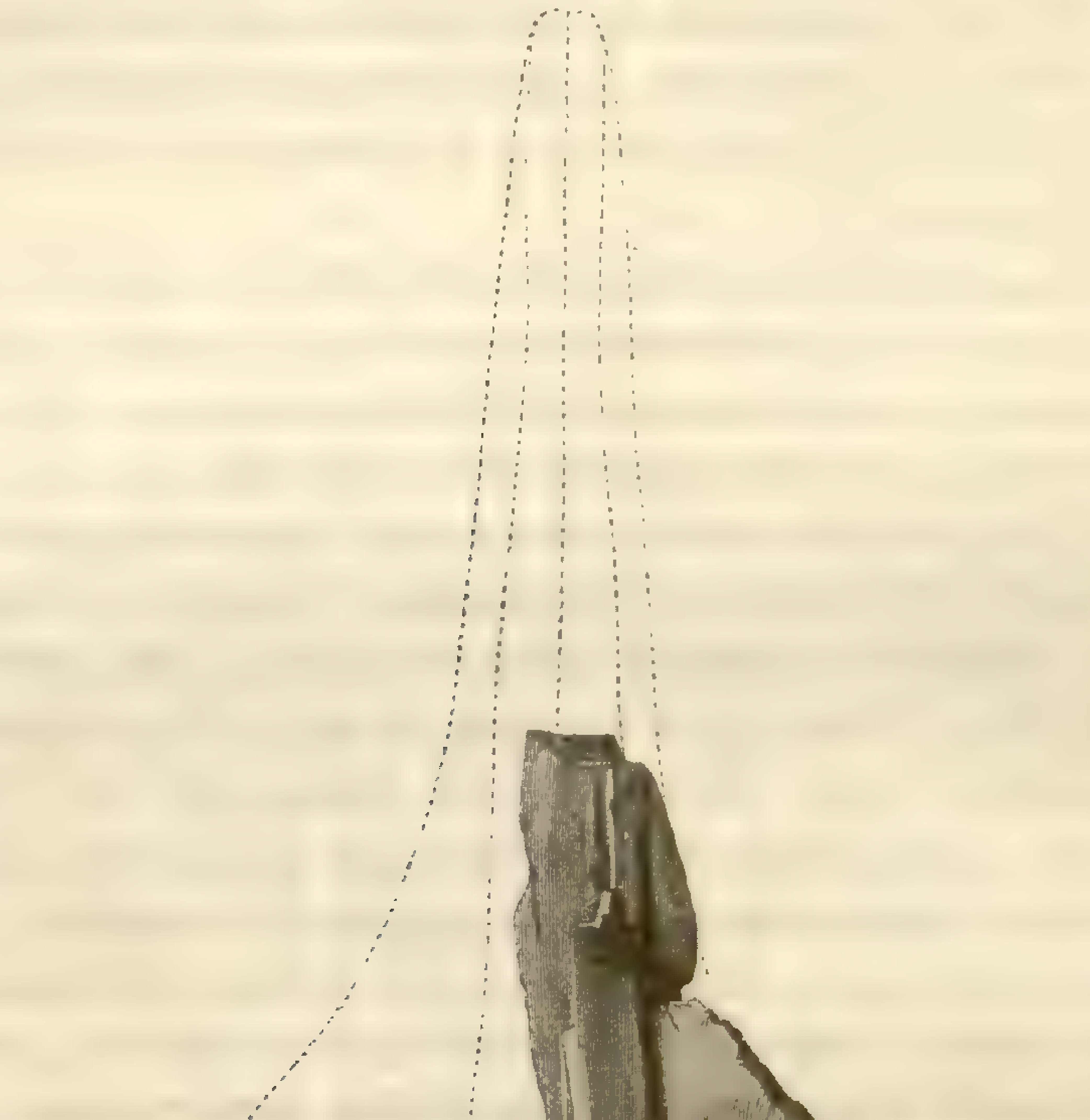


Fig. 50 a.

Mellankäkbenet höjer sig från nasaltraktens främre del snedt bakåt och uppåt, samt med en, mot gommens längskontur, på *öfre framsidan* af kraniet liggande vinkel af omkring 144°. Fram åt nosen till är mellankäkbenet upphöjdt så, att det derstädes bildar en längsgående köl. På utsidan är detta ben längsåt exkaveradt till något framom orbitaltrakten. Nära intill benets inkant finnes en längsfåra, som bakåt fortsätter något litet innanför utkanten af benets något mer utbredda parti utanför nasaltrakten.

Ofvanifrån sedt visar sig genast den större symmetri på mellankäkbenets bakparti, som är egendomligt för *Berardius*; likasom detta bens ej det minsta framåt böjda bakre del bildar en motsats till hvad som bland annat är så karakteristiskt för öfriga Ziphioidea.

Undertill bildar gommen en stark, rundad köl, som fortgår framåt till fragmentets främsta del allt ifrån de inre nasalöppningarna; men baktill förekommer såväl den redan nämnda, längsgående och bakåt orbitaltrakten allt bredare exkavationen innanför öfverkäkbenets utkant, som ock en annan exkavation utanför den inre nasaltrakten.

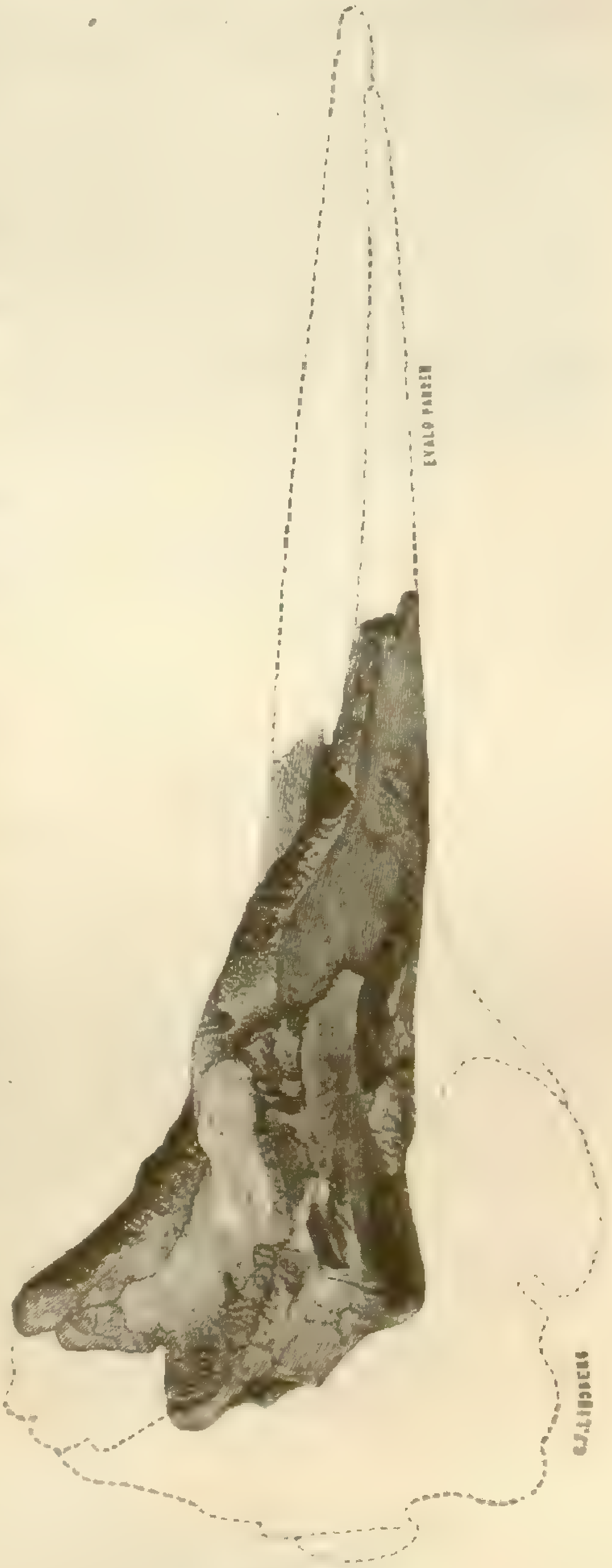


Fig. 50 b.

Fragmentets totallängd utgör ...	730 mm.1)
Högra nasalöppningens längd.....	75 »
Högra nasalöppningens största bredd	45 »
Väggens mellan nasalöppningarna största höjd baktill	270 mm.

---

1) Sannolikt har kraniet i sin helhet hållit omkring 670 mm. till, utaf hvilka en femtedel kommit på nacken och fyra femtedelar på nosen.

Öfverkäkbenets bredd utanför os intermaxillare, i trakten af det förras mest svälda utkant .... 140 mm.

Mellankäkbenets bredd, framåt till, på det bredaste stället .... 60 »

Mellankäkbenets bredd straxt framom nasalöppningen .... 100 »

Under förmodan att kraniet haft lika bredd på venstra som på högra sidan. midt för inskärningarna, så har dess hela bredd der utgjort 410 mm. På samma ställe utgör mellankäkbenets horisontalbredd, rakt mått, 50, och vertikalt taget, likasom i föregående fall, 40 mm.

BIHANG TILL K. SVENSKA VET.-AKAD. HANDLINGAR. Band. 8. N:o 5.

Meddelanden från Stockholms Högskola. N:o 1.

UEBER
KRYSTALLE VON THORIUM

VON

W. C. BRÖGGER.

MIT EINER TAFEL.

DER K. SCHWED. AKAD. DER WISS. MITGETHEILT DEN 15 DECEMBER 1882.

STOCKHOLM, 1883.
KONGL. BOKTRYCKERIET.
P. A. NORSTEDT & SÖNER.

Das Material der vorliegenden Untersuchung wurde mir von Herrn Professor D:r L. F. Nilson in Upsala anvertraut.

Die empfangene Quantität des zum ersten Male in bestimmbaren Krystallen dargestellten Metalls[1]) war nicht sehr bedeutend ung. 0.05 Gr.; es sah wie ein feines, graues, hier und da stark metallisch glänzendes Pulver aus. Unter dem Mikroskop zeigte sich, dass die meisten Körner als dünne Bleche durchschnittlich nur 0.0001 bis 0.0002 Gr. schwer ausgebildet sind. Diese im Allgemeinen etwas gekrümmten Bleche bilden nur theils scheinbar unregelmässige flachgedrückte blumenkohlartig verzweigte Aggregate unzähliger kleiner Individuen, theils auch regelmässige Krystallverwachsungen. Aus der gesammten Menge, ung. 150—200 Stücken, wurden unter dem Mikroskop bei c. 70-facher Vergrösserung die 5 für krystallographische Messungen geeignetsten Blättchen ausgelesen und an diesen die folgenden Beobachtungen gemacht.

Zuerst zeigte sich jedes Blättchen aus zahlreichen über kleinere oder grössere Partien mit parallelen Axensystemen angeordneten, scheinbar hexagonalen Tafeln aufgebaut; die hexagonale Basis nach welcher die Einzelkryställchen tafelartig wären, bildet dann auch die Blechebene, an den Seiten tritt als schmale Abstumpfung eine scheinbar hexagonale Pyramide, oder bei genauerer Betrachtung zwei Rhomboëder, ein + und ein ÷ Rhomboëder auf. Diese Bauelemente der Bleche liegen nun theils bisweilen in mehreren Schichten *über* einander, theils in paralleler Orientirung grössere und kleinere, der Blechebene parallel, *neben* einander, wobei zwischen den Einzelindividuen durch die scharf eingeritzten Rinnen der scheinbaren Rhomboëderflächen die Grenzen gut markirt sind.

---

[1]) Sieh: L. F. Nilson »Ueber metallisches Thorium». Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. 15:ter Jahrg. N:o 15, P. 2537.

Die grössten Einzelkrystalle wurden zu c. 0.15 Mm. in Breite, bis c. 0,015 Mm. Dicke gemessen; die meisten sind aber viel kleiner. Was die Flächenbeschaffenheit betrifft, so ist die scheinbare Basis oft wie zerfressen (was bisweilen auch ähnlicher Weise mit den Seitenflächen der Fall ist) und mit dünnen, zierlichen noch kleineren Individuen in paralleler Verwachsung bedeckt. Häufig liegt die mittlere Partie der scheinbaren Basis etwas tiefer als die Randpartie und ist von dieser durch eine oder mehrere der Umgrenzung der Tafel parallele Rinnen getrennt (s. Fig. 3, *c*). An einigen Individuen sind die Flächen ausgezeichnet eben und stark metallisch glänzend und in so fern für genaue Messungen gut geeignet.

Zuerst wurden nur die ebenen Winkel der Kantenlinien der scheinbaren Rhomboëderflächen mit Basis an ein Paar kleinen, aber sehr scharf ausgebildeten Krystallen auf einem Fuess'schen Mikroskop mittelst des genau centrirten, eingetheilten drehbaren Tisches, bei c. 100-facher Vergrösserung gemessen. Die Werthe waren ringsherum für alle 6 Winkel 60° oder nahe bei 60°. Es wurde nun an demselben Blättchen (I), nachdem ein Theil der gekrümmten Blechebene soweit möglich mit Wachs abgeblendet war, versuchsweise auf einem Websky'schen Goniometer, unter Benutzung des Oculars δ[1]), der Winkel der scheinbaren Basis zu einer der schmalen abstumpfenden Rhomboëderflächen gemessen. Nach mehrmaliger vergeblicher Einstellung, welche wegen der Kleinheit der Krystalle, die ja nicht einmal mit der Loupe sichtbar waren, nur nach der Erinnerung der Orientirung unter dem Mikroskop vorgenommen werden konnte, gelang es eine Kante einer der betreffenden Zonen vertikal und parallel der Drehungsaxe des Goniometers einzustellen und durch Drehen des Messungskreises deutliche Reflexbilder der kleinen aber gut glänzenden Flächen zu erhalten. Es wurde gemessen:

70° 27′

An der Rückseite wurde in derselben Zone der Supplementwinkel weniger gut wegen fehlender Ablendung der gekrümmten Blechebene gemessen zu

(110° 22′)

---

[1]) Sieh: M. Websky ›Ueber Einrichtung und Gebrauch der von R. Fuess in Berlin nach dem System Babinet gebauten Reflexionsgoniometer, Modell II. Zeitschr. f. Krystallographie B. IV. P. 550.

An einem zweiten Blättchen (IV) wurde gemessen:

70° 3′

Wenn nun in Betracht gezogen wird die Krümmung der Blechebene und die geringe Ausdehnung der scheinbaren Rhomboëderflächen (höchstens 0.01 Mm. breit) ferner die schwierige und gewiss nicht genaue Einstellung, scheinen diese Messungen auf den Winkel $o:o'$ des Oktaëders des regulären Systems = 70° 32′ hinzuweisen.

Es musste jetzt also untersucht werden, ob die auftretende scheinbar hexagonale Combination vielleicht als eine reguläre sich herausstellen würde. Für diesen Zweck müssten also an der scheinbaren hexagonalen Tafel mehrere an einander stossende unabhängige Zonen der Basis zu den Flächen der beiden scheinbaren Rhomboëder gemessen werden. Da es sich aber wegen der ausserordentlich geringen Grösse und innigen Verwachsung der Krystalle unmöglich erwies, die Orientirung der verschiedenen Zonen an dem WEBSKY'schen Goniometer durchzuführen, wurden diese Messungen versuchsweise an dem grossen FUESS'schen Mikroskop mittelst des den neueren Exemplaren dieses Instruments beigefügten halben verticalen Goniometerkreises ausgeführt[1]).

Die dabei erhaltenen Messungen waren zwar nur Schimmermessungen; es zeigten sich aber bei genauer Eiestellung — welche allerdings ziemlich zeitraubend war, weil sie grösstentheils aus freier Hand ausgeführt werden musste — wenn nur *ganz kleine* scharf glänzende Krystalle für die Messung ausgewählt wurden, bei hellem Wetter die Fehlergrenzen recht eng, und es wurden bei Wiederholung der Messungen nah übereinstimmende Resultate erhalten, welche jedenfalls für den vorliegenden Zweck als hinreichend genau angesehen werden dürfen.

---

[1]) Dieser ist eigentlich für einen kleinen SCHNEIDER'schen Axenwinkelapparat eingerichtet, natürlich aber auch für goniometrische Zwecke brauchbar. In der plattenformigen Fortsetzung der dicken, horizontalen Axe dieses halben Goniometerkreises, welcher mit Ablesung durch Nonius auf je 5 Minuten versehen ist und senkrecht am drehbaren und centrirbaren Objecttisch an der Seite derselben angebracht werden kann, ist nämlich gerade über der Mitte des Objecttisches ein kreisförmiger Einschnitt (und theilweise Durchborung), in welcher eine kleine als Krystallträger dienende Scheibe eingefasst werden kann. Die Scheibe ist in ihrer Fassung drehbar, um eine gedachte Axe senkrecht auf der Goniometeraxe. Diese goniometrische Vorrichtung konnte durch Anbringen eines kleinen Centrir- und Justirapparates, durch Anschrauben eines Beleuchtungsfernrohrs etc. gewiss mehrere Verbesserungen erfahren und würde dann als ein Goniometer für freie mikroskopisch kleine Krystalle ein nützlicher Apparat sein.

Am Blättchen N:o II wurde an einem an der Ecke frei herausragenden Kryställchen (Fig. 1) gemessen:

$o : a = 54^\circ\ 45'$
$o : o' = 70^\circ\ 45'$

Am Blättchen N:o III wurden zwei verschiedene Gruppen gemessen; an der ersteren (Fig. 2) an welcher wir einen linken Krystall *A* und einen rechten *B* haben, ergab sich:

An *A*.

$a : a' = 89^\circ\ 45'$
$o : a = 55^\circ\ 15'$
$o : a' = 52^\circ - 53^\circ$
$o : o' = 70^\circ\ 45'$

An *B*.

$\underline{\underline{o}} : \underline{\underline{o}}' = 70^\circ\ 30'$

An der zweiten Gruppe des Blättchens N:o III (Fig. 3) wurde gemessen; an *C*:

$o : o' = 70^\circ\ 20'$
$o : a = 54^\circ\ 25'$
$\underline{o}' : \underline{a}' = 55^\circ\ 15'$

An *D*

$o : a = 54^\circ\ 40'$
$\underline{o}'' : \underline{a}'$ (die zwei schmalen Seitenflächen unten) = c. 52°

Ausser den jetzt angeführten Messungen wurden noch an mehreren Blättchen damit im Wesentlichen übereinstimmende Resultate erhalten.

Die abgelesenen Bogenwerthe weisen ganz bestimmt auf die Winkel 70° 32' zweier Oktaëderflächen, 90° zweier Würfelflächen und 54° 44' einer Octaëderfläche zum Würfel hin. Da andere Winkelwerthe, als solche, welche auf diese Zahlen hinweisen, nicht gefunden wurden, *scheint es überaus wahrschein-*

lich, dass die Krystalle von Thorium regulär sind, und dass die untersuchten Krystalle lediglich Combinationen von Oktaëder und Würfel darstellen.

Die Krystalle *C* und *D* (Fig. 3) zeigen, dass die Blättchen wenigstens z. Th. (es scheint grösstentheils) aus Zwillingen nach einer der Blechebene parallelen Oktaëderfläche zusammengesetzt sind. An Fig. 2, welcher wie die übrigen Figuren in gerader Projection auf der der Blechebene parallelen Oktaëderfläche *o* gezeichnet ist, sehen wir in *A* einen Zwilling nach einer Oktaëderfläche, welche mit der Blechebene 70° 32′ bildet. Der Krystall *B* ist relativ zu dem oberen Individ von *A* in Zwillingsstellung nach einer der Blechebene parallelen Oktaëderfläche (oder symmetrisch zu einer Fläche von 202) gezeichnet. Die weitere Untersuchung zeigte aber, dass dies nicht richtig war; denn, während die Flächen *o*, *a*, $\underline{\underline{o}}$, $\underline{\underline{o}}'$ zwar in einer Zone liegen ist die Fläche *o* der Fläche $\underline{\underline{o}}$ nicht parallel, sondern bildet nach der zwar ungenauen Messung einen einspringenden Winkel von ÷ 15°—20° mit derselben. Wenn dieser Winkel ÷ 15° 47′ gewesen wäre, so würden die beiden Individuen *A* (oben) und *B* also so in Bezug auf einander orientirt sein, dass die Flächen *a* und $\underline{\underline{o}}'$ in der Zone *o*, *a*, $\underline{\underline{o}}$ und $\underline{\underline{o}}'$ parallel sein würden.

Die Zwillingsbildung spricht auch noch entschieden für das reguläre System; denn die Gruppe *A*, Fig. 2, ist am Blättchen N:o III mit der naheliegenden Gruppe Fig. 3 parallel orientirt was aus der gleichzeitigen Spiegelung zu sehen ist; es müssten somit, wenn die Krystalle rhomboëdrisch wären gleichzeitig zwei Zwillingsgesetze: Zwillingsaxe die Normale auf *o* (*o P*) und Zwillingsaxe die Normale auf *o′* (eine Rhomboëderfläche) angenommen werden. *Dieser Umstand in Verbindung mit den Messungen können wohl keinen Zweifel darüber übrig lassen, dass das Thorium in der That regulär ist.*

Dem Zwilling *A*, Fig. 2, entsprechend sind auf den Blättchen bisweilen auch kleine kammartig aufragende Züge kleiner Bleche mit irgend einer der drei die Hauptblechebene unter 70° 32′ schneidenden Oktaëderebenen als Blechebene zu sehen.

In dem Thorium haben wir also ein neues Beispiel dafür dass die Blechbildung der in dem regulären System krystallisirenden Metalle, wie Gold, Silber, Legirung von Blei und Silber, Kupfer etc. mit Zwillingsbildung nach einer als Blechebene auftretenden Zwillingsfläche von *o* verbunden ist.

Das Thorium bietet durch seine Krystallisation in dem regulären System eine Analogie mit dem vierwerthigen Silicium dar. Mit Kohlenstoff, das ebenso vierwerthig ist und in dem regulären System krystallisirt, dürfen wir wohl vorläufig keine Analogie finden, weil der Diamant vielleicht tetraëdrisch hemiëdrisch ist und auch sonst in physikalischer Beziehung mit dem rein metallisch aussehenden Thorium keine Aehnlichkeit darbietet.

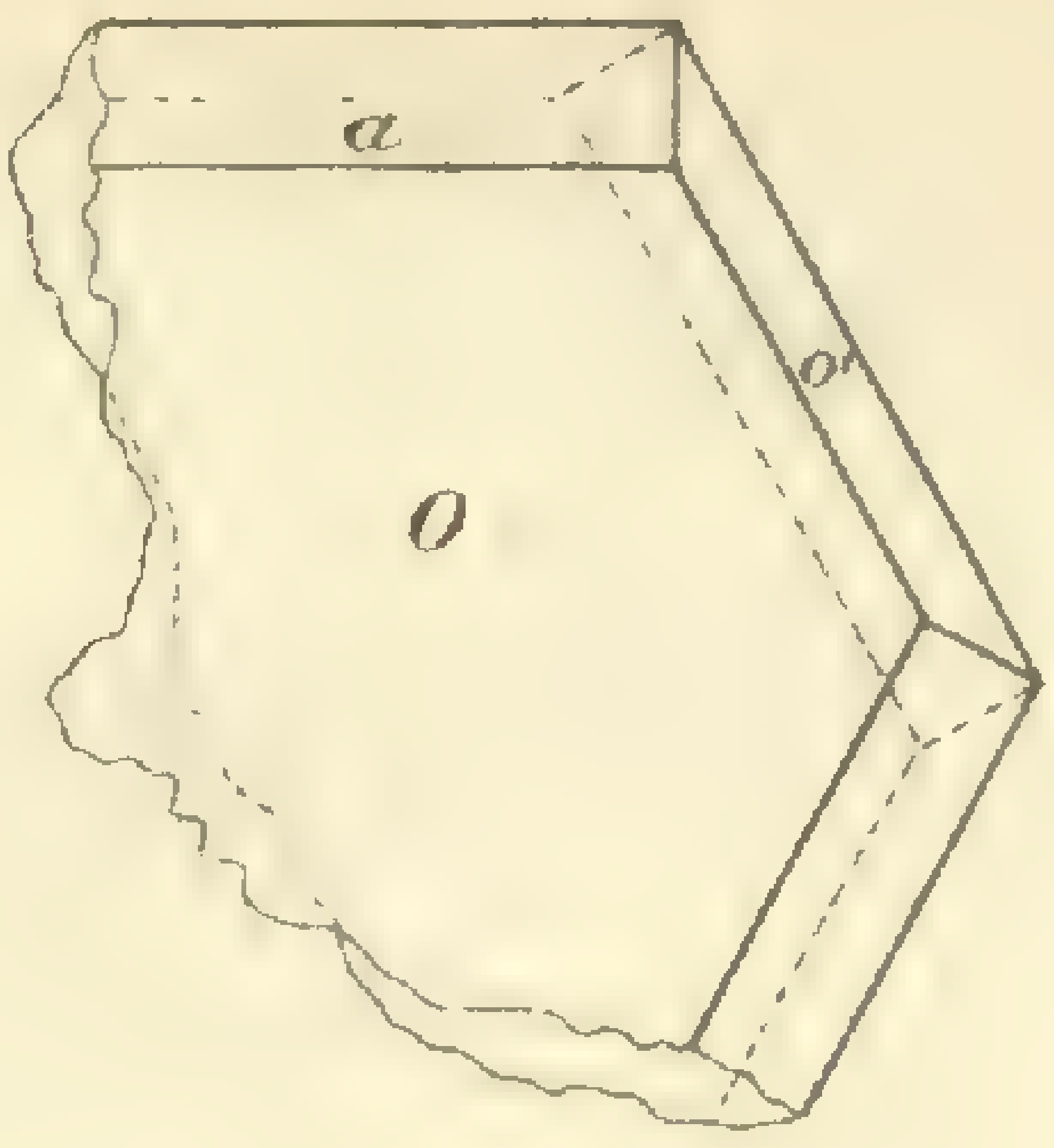


Fig. 1.

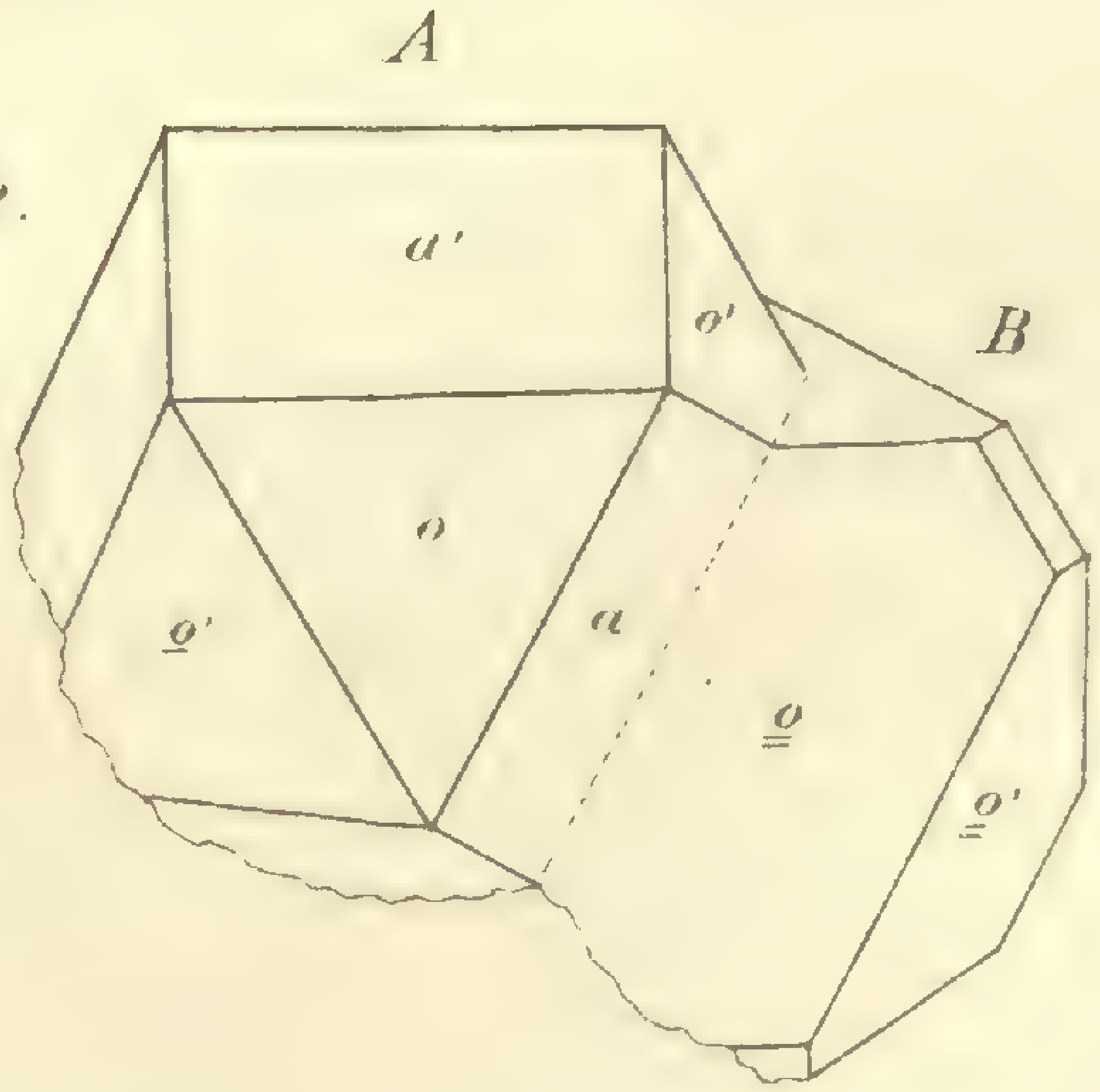


Fig. 2.

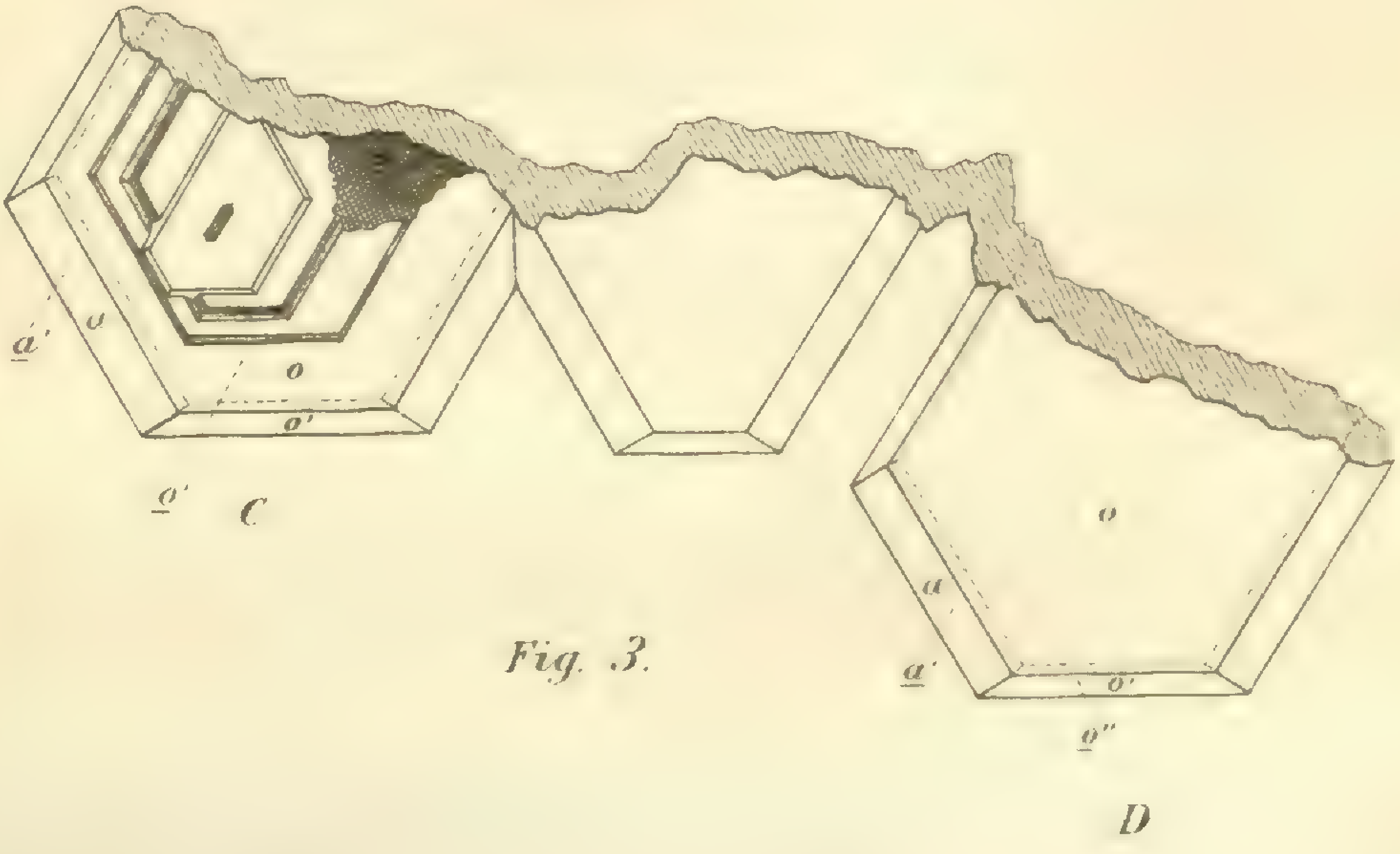

a̲'
o
o
o'
o̲'
C
o
a
a̲'
o'
o̲''
D

Fig. 3.

W. C. Brögger del. Lith. W. Schlachter, Stockholm.

BIHANG TILL K. SVENSKA VET.-AKAD. HANDLINGAR. Band. 8. N:o 6.

Meddelanden från Stockholms Högskola. N:o 5.

RECHERCHES
SUR
LA STRUCTURE ANATOMIQUE
DE
L'APHYLLANTHES MONSPELIENSIS LIN.

PAR

JOHN-E.-F. DE KLERCKER.

AVEC TROIS PLANCHES.

MÉMOIRE COMMUNIQUÉ A L'ACAD. ROY. DES SCIENCES DE SUÈDE
LE 14 FÉVR. 1883.

STOCKHOLM, 1883.
KONGL. BOKTRYCKERIET.
P. A. NORSTEDT & SÖNER.

Ce m'est un devoir tout particulièrement agréable d'offrir ici l'expression publique de ma vive gratitude à mon guide bienveillant et éclairé dans ces études, M. le professeur Dr. Eug. Warming.

Les auteurs anciens plaçaient l'Aphyllanthes monspeliensis L., petite plante monocotylédone ayant à peu près l'apparence d'un Œillet prolifère, tantôt dans la famille des Joncées (Linné, A. de Jussieu, De Candolle), tantôt dans celle des Liliacées (Tournefort, R. Brown). Endlicher le rangea pourtant, dans son Genera plantarum, en connexion avec quelques genres australiens, à la fin des Liliacées, sous la dénomination de »genera Asphodeleis affinia«; enfin, Parlatore[1]) le joignit, avec les genres australiens mentionnés: Alania, Laxmannia, Borya, Johnsonia et Xanthorrhoea, en une nouvelle famille créée par lui, celle des *Aphyllanthées*. Selon la plupart des auteurs, les Aphyllanthées forment une transition entre les Asphodélées et les Joncées.

Quoique les Aphyllanthées aient en général été très peu étudiées, la morphologie florale de l' Aphyllanthes monspeliensis L. est néanmoins assez bien connue, principalement depuis les recherches de Payer, qui a[2]) décrit et figuré la structure et le développement de sa fleur. Mais l'anatomie de cette plante paraît être restée jusqu'ici parfaitement ignorée.

Dans le courant de l'automne 1882, nous avons examiné, à l'Institut botanique de l'Université de Stockholm, l'anatomie de quelques exemplaires[3]), conservés dans de l'alcool, de l'Aphyllanthes monspeliensis, et nous venons présenter à l'Académie le résultat de nos recherches.

---

[1]) Dans le Bulletin de la Société botanique de France T. 2. Paris 1855. p. 529. Il donna d'abord à la famille nouvelle le nom d'Aphyllanthacées, qui fut abrégé plus tard en celui d'Aphyllanthées.

[2]) Dans le »Traité d'Organogénie comparée de la fleur« par J.-B. Payer. Paris 1857, p. 695 pl. 137. Agardh a, dans sa »Theoria Systematis plantarum«, étudié les ovules de cette plante.

[3]) Ces exemplaires ont été, à la demande de M. Warming, recueillis par M. Flahault, à Montpellier, dans le printemps de 1882.

L'Aphyllanthes monspeliensis, le représentant unique de son genre, habite la partie occidentale du bassin de la Méditerranée, savoir la France méridionale, l'Italie, l'Espagne, le Portugal et l'Algérie, où on le rencontre sur les collines sèches et pierreuses.

De son rhizome, très fort, s'élèvent des tiges fertiles de la hauteur de 1 à 2 décimètres, et des pousses, qui paraissent rester stériles, de quelques centimètres de hauteur. Aussi bien les parties inférieures des tiges fertiles, que les pousses stériles, sont entourées de feuilles très petites et engaînantes, tandis que la partie supérieure et beaucoup plus grande des tiges est nue, d'où le nom d'Aphyllanthes. Les tiges fertiles portent à leur sommet les inflorescences, renfermant 1—2 fleurs bleues, qui se développent en mai.

1. Tiges fertiles.

(Fig. 1—14.)

Cylindriques à leur partie inférieure, où elles sont enveloppées par les feuilles, les tiges fertiles sont par contre cannelées à leur partie supérieure. Cette cannelure résulte, comme on le verra, exclusivement d'une modification toute spéciale de l'épiderme, et n'est en aucune relation avec la constitution anatomique des parties intérieures de la tige, qui forment un corps parfaitement cylindrique enveloppé de l'épiderme.

Les cannelures, principalement distinctes au milieu de la tige, le deviennent toujours moins, et le nombre en augmente à mesure que l'on s'élève sur cette dernière.

Une coupe transversale par la tige fertile montre les parties suivantes: un *épiderme* très remarquable, une couche *corticale* de *tissu parenchymateux vert*, une *gaîne protectrice générale* bien distincte, et, en dedans de cette gaîne, un *tissu parenchymateux médullaire*, avec *faisceaux vasculaires* de grandeur inégale, disposés en cercle (fig. 1).

Épiderme.

En bas, — dans la partie des tiges entourée par les feuilles, — les cellules épidermiques offrent des cavités presque circulaires en coupe transversale (fig. 2 e), et une cuticule de l'épaisseur ordinaire. Comme on peut le voir par la fig. 3, elles forment des cylindres à fonds presque horizontaux et à parois assez épaisses (celles-ci composées de cellulose pure). Leur hauteur est d'environ 10 à 12 fois le diamètre. On ne trouve pas de stomates dans cette partie de la tige fertile.

Plus haut, l'épiderme se différencie en deux parties différentes (fig. 1), pour lesquelles nous proposons les dénominations d'**épiderme mécanique** et d'**épiderme aspirant,** le premier formant des côtes longitudinales sur la tige, le second se trouvant dans les cannelures.

L'épiderme mécanique, lequel ne contient pas de stomates, est composé de cellules prosenchymateuses très allongées (v. fig. 6 b), qui ressemblent beaucoup à de véritables fibres libériennes, et dont la coupe transversale présente une forme presque rectangulaire (fig. 4 e. m.), avec une extension plus grande dans le sens radial. Elles ont des membranes fort épaisses et poreuses, consistant en cellulose pure, et une cuticule nettement distincte (fig. 4 c), qui forme deux tubercules à la surface, en face de la paroi horizontale des cellules (v. fig. 5 b). Les parois latérales de ces cellules épidermiques renferment un grand nombre de cristaux irréguliers (fig. 5 a cr.), que l'on rencontre aussi, quoique plus rarement, dans leurs parois extérieures. Ces cristaux sont indissolubles dans l'acide acétique, mais se dissolvent, quoique avec difficulté et sans aucun dégagement de gaz, dans l'acide chlorhydrique, d'où il suit qu'ils consistent en oxalate de chaux ($Ca\ O_2\ C_2\ O_2$).

Toutes ces propriétés des cellules semblent montrer que la partie mentionnée de l'épiderme, — que nous avons aussi nommée par cette raison épiderme mécanique, — **sert en effet de tissu mécanique.** Mais, ce qui est à remarquer, c'est que le nombre et la place des côtes dudit épiderme ne semblent être en aucun rapport avec la constitution interne de la tige.

L'épiderme aspirant, au contraire, est d'une tout autre structure. Il montre un grand nombre de stomates (s), placés en lignes verticales régulières (fig. 6 e. a.). Ces stomates sont enfoncés dans l'épiderme (ff. 4 et 8), et leurs cellules de bordure semi-lunaires (fig. 7 c. b.) ont des membranes fort épaisses (ff. 4 et 8 c. b.). En outre, la paroi supérieure de ces cellules de bordure est cuticularisée (ff. 4 et 8).

Dans certaines parties de l'épiderme aspirant, on trouve aussi des stomates évidemment sans fonction spéciale, ce que montre la circonstance qu'ils sont fermés de telle sorte, que les parois latérales des cellules de bordure n'ont jamais été séparées (fig. 9).

Dans la partie la plus élevée de la tige, les cavités des cellules épidermiques sont proportionnellement plus grandes (fig. 10 l), et il n'existe ici aucune différentiation appréciable de l'épiderme en épiderme aspirant et en épiderme mécanique. La seule différence existante entre l'épiderme des cannelures et celui des côtes, est que le premier renferme des stomates, mais que le second en est dépourvu. Les stomates sont ici du reste de la même construction que plus bas (fig. 10 s).

Immédiatement *au-dessous des inflorescences*, l'épiderme devient parfaitement homogène, et ressemble en tout à l'épiderme extérieur des feuilles. (Voir plus bas.)

Tissu cortical.

En dedans de l'épiderme, on trouve, comme d'ordinaire, une couche corticale de parenchyme (fig. 1 p. c.), avec méats intercellulaires entre les parois horizontales (fig. 8 m. i.), très grands et divisant par suite le parenchyme en couches horizontales distinctement séparées les unes des autres. Vers le milieu de la tige, ce parenchyme cortical manque presque totalement de méats intercellulaires entre les parois verticales (fig. 4). Au bas et au sommet, on les voit au contraire très distinctement, quoiqu'ils soient assez petits (ff. 2 et 10).

La partie de cette couche corticale qui se trouve au-dessus des gaînes des feuilles, contient de la chlorophylle (ff. 4, 8 et 10), à l'opposé de celle qui est située dans la partie inférieure des tiges entourée par les feuilles, laquelle en est dépourvue (fig. 2).

Certaines cellules de la partie intérieure de cette écorce, spécialement celles qui sont situées directement en face de la paroi séparant deux cellules de la gaîne protectrice, sont souvent beaucoup plus grandes que les autres, et renferment de nombreuses raphides d'oxalate de chaux (fig. 11).

A la base des tiges, l'écorce repose immédiatement sur les faisceaux vasculaires; mais plus haut, la couche cellulaire intérieure s'en différencie pour former une

Gaîne protectrice des faisceaux.

Vues de face ou en coupe radiale, les cellules de la gaîne protectrice ont une forme presque rectangulaire (ff. 8 et 12). En coupe transversale, elles décrivent des rectangles à angles arrondis (fig. 4 G. P.). Leurs membranes sont assez minces et possèdent un grand nombre de pores (fig. 10).

Moëlle et faisceaux vasculaires.

En dedans de la gaîne protectrice, se rencontre une moëlle dont la partie centrale consiste en grandes cellules allongées formant des prismes hexagonaux (ff. 13 et 14). Ces cellules ont des parois très minces et poreuses, avec méats intercellulaires verticaux bien distincts. La partie de la moëlle qui se trouve entre les faisceaux vasculaires et immédiatement en dedans de la gaîne protectrice, consiste au contraire en cellules à parois épaisses, poreuses et lignifiées (fig. 14).

Entre la gaîne protectrice et le tissu médullaire qui se continue sur toute la tige, se voient un certain nombre de faisceaux vasculaires, de grandeur inégale, rangés en cercle périphérique. Ces faisceaux vasculaires s'anastomosent dans le sens tangentiel.

Les faisceaux vasculaires précités sont du reste collatéraux. et possèdent **plusieurs parties de phloème,**¹) les plus grands faisceaux 3, les petits 3, 2 ou 1. En général on peut dire, cependant, que **trois parties de phloème constituent la règle dans les faisceaux de la tige.**²)

---

¹) Comp.: »Text zu botanischen Wandtafeln», von L. Kny, 5 Abschnitt, p. 177. M. Kny a trouvé une conformation semblable des faisceaux vasculaires dans les tiges de quelques palmiers.

²) Grâce à la bienveillance de M. le professeur V. Wittrock, nous avons eu l'occasion d'examiner, pour comparaison par rapport au nombre

La fig. 14 représente la coupe transversale d'un grand faisceau vasculaire. Au milieu des parties extérieures se voit une partie hexagonale de *sclérenchyme* (Sc), avec membranes cellulaires très réfringentes, et une lamelle moyenne parfaitement distincte. En dehors de ce sclérenchyme, les *trois parties* de *phloème* (PH) sont placées de manière à former un triangle, dont l'un des angles est dirigé vers le centre de la tige. Chaque partie de phloème est en outre tricornée, et renferme des cellules grillagées et adjonctives. Toutes les parties déjà décrites du faisceau sont bordées vers l'intérieur d'une couche presque semi-lunaire de *xylème*(x). Cette couche comprend de nombreuses petites trachées spiralées et annelées, plus grandes dans ses parties intérieures (V. S. et V. A.).

2. Pousses stériles.

(Fig. 15.)

La tige des pousses stériles ne s'élève que légèrement au-dessus des feuilles qui en entourent la base. Ses cellules épidermiques ont aussi perdu leur fonction mécanique, et il *n'existe pas de différentiation prononcée dans l'épiderme*. Les parois des cellules épidermiques sont ici *très minces* (fig. 15 e). Les stomates toujours fermés qu'on y trouve en petit nombre, ne sont pas, comme à l'ordinaire chez cette plante, enfoncés dans l'épiderme (fig. 15. s.).

Une singularité remarquable que nous avons rencontrée chez quelques-unes de ces tiges, c'est du reste que le *parenchyme cortical est réduit*, dans les parties inférieures, à une ou deux couches de cellules fortement comprimées (fig. 15 p. c.). Les cellules de la gaîne protectrice n'ont pas non plus ici la même forme régulière que dans les tiges fertiles (fig. 15 G. P.).

---

des parties de phloème de leurs faisceaux vasculaires. quelques-uns des parents australiens de l'Aphyllanthes monspeliensis L., savoir, selon les étiquettes:

Borya sphærocarpa.
» lucens Labille, et
Xanthorrhoea gracilis Endl.

Chez aucune des espèces examinées, nous n'avons pourtant pu constater, pour autant que les matériaux nous l'ont permis, plus d'une partie de phloème dans chaque faisceau de la tige. Les exemplaires examinés étaient de petits fragments tirés de l'herbier du Riks-Museum (Musée de l'État) à Stockholm.

La fig. 15 reproduit aussi l'un des faisceaux très simples de la base d'une tige stérile, où l'on voit le *phloème* en PH et le protophloème en O. Dans le tissu interne se sont formés trois jeunes vaisseaux (V).

Au haut des pousses stériles se voient toujours de petites bractées rudimentaires, entre lesquelles on aperçoit le sommet avorté de la tige.

3. Feuilles.

(Fig. 16 et 17.)

Comme nous l'avons dit, les feuilles, tant des tiges fertiles que des pousses stériles, sont relativement très petites, membraneuses, et forment des gaînes enveloppant la tige.

De même que les tiges, les feuilles sont souvent cannelées, mais ici la *cannelure* est uniquement due au parenchyme de la feuille et *non à l'épiderme.*

L'épiderme de la surface extérieure des feuilles est en effet formé d'une couche homogène de cellules parenchymateuses allongées, à parois extérieures très épaisses et distinctement stratifiées. Elles ont aussi une cuticule très nette (fig. 16), et possèdent évidemment une fonction mécanique. Les cellules de l'épiderme intérieur, c-à-d de celui qui fait face à la tige, sont aussi parenchymateuses, mais ont des parois minces. L'épiderme des feuilles paraît du reste manquer totalement de stomates.

Le parenchyme de la feuille *est complètement dépourvu de chlorophylle*, et par conséquent **toute assimilation fait défaut dans les feuilles.**

Le seul **organe d'assimilation** est la tige. Par conséquent, la plante mérite parfaitement son nom d'Aphyllanthes.

Les feuilles ont toujours *trois faisceaux vasculaires* (fig. 17) collatéraux, possédant en général plusieurs parties de phloème ainsi qu'une gaîne protectrice spéciale bien distincte.

Du reste les feuilles, de même que les pousses stériles, renferment un grand nombre de raphides.

4. Rhizome.

(Fig. 18—24.)

L'épiderme souvent détruit du rhizome et son tissu cortical n'offrent rien de spécialement remarquable. Ils consistent tous les deux en cellules parenchymateuses. L'écorce manque aussi totalement de méats intercellulaires, mais possède des cellules raphidiques nombreuses.

Une coupe transversale des parties les plus vieilles du rhizome fait voir la présence d'un grand nombre de faisceaux vasculaires concentriques, irrégulièrement parsemés, et remplissant toutes les parties intérieures (fig. 18). Les *faisceaux du centre* sont séparés par des cellules parenchymateuses, *disposées sans ordre,* à parois très épaisses, lignifiées, et avec pores très nombreux. On voit également, entre les *faisceaux périphériques*, des cellules parenchymateuses, — à membranes très épaisses, — poreuses et lignifiées, mais **rangées en lignes régulières** (fig. 19).

On est conduit à conclure de ce dernier fait, que les faisceaux vasculaires périphériques ne sont pas de la même origine que les faisceaux du centre, d'où l'on pourrait supposer en outre qu'il a existé dans ce rhizome un **accroissement en épaisseur secondaire,** semblable à celui que l'on trouve dans les tiges de Dracæna, Yucca et quelques autres monocotylédones, ainsi que dans les rhizomes de Dioscorea et d'Asparagus.¹)

Cette supposition est complètement vérifiée par l'examen de coupes transversales d'une jeune partie de rhizome. On y trouve (voir ff. 20—23) une *zone génératrice* ou un *méristème* très distinct. Vue en coupe transversale, la zone en question est formée de cellules rectangulaires, à parois minces, rangées en

---

¹) Comparez:

De Bary: »Vergleichende Anatomie», p. 636.

Millardet: »Sur l'anatomie et le développement de Yucca et Dracæna», dans les Mém. de la Société impériale des Sc. natur. de Cherbourg, Tome 11 (Série 2. Tome 2.). 1865.

Meneghini. G.: »Ricerche sulla struttura del caule nelle piante monocotiledoni.» Padova 1836.

Bessey, C.-E.: »The Asparagus for histological study», dans The Botanical Gazette. Vol. 6. 1881. N:o 12., travail recensé dans le »Botanisches Centralblatt», Band 10. N:o 17. 1882. Nous avons eu l'occasion de vérifier nous-même la présence de l'accroissement secondaire chez cette dernière plante.

lignes régulières, formant des séries radiales, et l'on y constate la présence de jeunes faisceaux vasculaires secondaires cylindriques, d'une faible étendue longitudinale (F. V. (s)). On voit surtout, par les figures 21 et 22, que ces jeunes faisceaux naissent en réalité par segmentation des cellules du méristème rangées en lignes régulières.

Le développement de ce méristème, tel qu'on le peut suivre au moyen de coupes transversales succesives ou d'une section longitudinale du rhizome, est le suivant:

La *partie terminale* du rhizome, d'ou naissent les tiges de l'année, ne montre que des faisceaux vasculaires primaires séparés par des cellules disposées sans ordre. Ici, évidemment, *l'accroissement en épaisseur n'a pas* encore *commencé.*

A *quelques millimètres au-dessous du sommet* du rhizome, le méristème commence à se former, en ce que les cellules de la couche intérieure du tissu cortical se divisent par cloisons tangentielles répétées. Plus bas, il augmente toujours davantage, tandis qu'en même temps se forment dans ses parties intérieures les faisceaux d'origine secondaire déjà mentionnés, et, entre eux, des cellules lignifiées, disposées en rangées régulières. Il y a cependant lieu de faire observer que *ce ne paraît pas toujours être une seule et même assise* cellulaire qui donne naissance à la totalité du méristème, — cas où les lignes radiales dans lesquelles les cellules sont rangées devront s'étendre sur toute la zone génératrice, — mais que souvent, après que les cellules de la couche intérieure se sont divisées dans le sens tangentiel, leur segmentation cesse et l'assise suivante commence à se partager. Nous avons noté du reste que l'accroissement en épaisseur n'est pas uniforme autour du rhizome, mais qu'il paraît être plus grand à deux côtés opposés.

Plus bas encore, le méristème cesse d'augmenter. Les faisceaux secondaires continuent néanmoins à se former, comme aussi les cellules intercalées entre eux à se lignifier; enfin, dans les *parties les plus vieilles* du rhizome, tout le méristème est changé en faisceaux de cette espèce et en cellules lignifiées; ici, *l'accroissement* a donc *totalement cessé.* ¹)

---

¹) Nous avons aussi examiné à titre de comparaison les rhizomes de quelques Aphyllanthées australiennes, savoir, d'après les étiquettes:

Laxmannia minor *R. Br.*,
» squarrosa. Lindl.,

Les faisceaux vasculaires du rhizome ne renferment pas de sclérenchyme, et tout leur tissu mécanique consiste en *xylème*, dont les trachées offrent des ponctuations aréolées très nombreuses (fig. 21 x).

En général, les *faisceaux d'origine secondaire*, dont la coupe transversale présente une forme ovale et allongée dans le sens radial, et qui s'anastomosent assez sensiblement dans le sens tangentiel pour former presque un panneau, renferment *deux parties de phloème*, situées sur la même ligne radiale, et parfaitement distinctes, quoique pas toujours entièrement séparées l'une de l'autre, tandis que les *faisceaux centraux*, d'origine primaire, n'en contiennent qu'*une*.

La première feuille des bourgeons, qui se trouvent en grand nombre sur le rhizome, regarde, comme à l'ordinaire chez les monocotylédones, le côté de l'axe principal (fig. 24).

5. Racine.

(Fig. 25.)

Dans tous les exemplaires examinés par nous, l'écorce et les sommets des racines étaient totalement détruits.

Par conséquent, la partie la plus extérieure était formée par la *gaîne protectrice*. Les cellules de cette gaîne ont les parois intérieures stratifiées et très épaisses, tandis que les membranes extérieures sont fort minces (fig. 25 G. P.).

En dedans de la gaîne protectrice se voit une couche de cellules poreuses et à membranes épaisses. dans laquelle sont

---

Borya sphaerocarpa.,
» lucens. Labill., et
Johnsonia pubescens.

Des espèces examinées, la dernière seulement,

Johnsonia pubescens,

avait son rhizome construit comme celui de l'Aphyllanthes, c-à-d. avec accroissement en épaisseur secondaire. Les premières espèces au contraire étaient munies au rhizome de gaînes protectrices à parois très épaisses et lignifiées. Les exemplaires examinés nous ont été fournis, par M. le Prof. V. Wittrock. de l'herbier du Riks-Museum (Musée de l'État) à Stockholm.

Nous avons aussi eu l'occasion d'examiner un fragment d'exemplaire d'herbier de

Johnsonia lupulina R. Br.,

que M. Kjärskou, de Copenhague. a bien voulu mettre à notre disposition par l'intermédiaire de M. le professeur E. Warming. Autant qu'il nous a été possible de le constater, ce type n'offre pas d'accroissement secondaire.

placées en cercle périphérique plusieurs parties de *phloème*, montrant que la racine est polyarche.

Le tissu central est composé de cellules à membranes épaisses et lignifiées, offrant, aux parties extérieures du premier, des ponctuations aréolées nombreuses.

6. Inflorescences et fleurs.¹)

(Fig. 26—28.)

Les tiges fertiles se terminent par une inflorescence, une espèce de cyme unipare très réduit, ne renfermant dans la règle que deux fleurs bleues, dont l'une est terminale et l'autre axillaire. Souvent la dernière manque, et alors l'inflorescence devient uniflore.

De notre sû, le diagramme de l'inflorescence n'a pas encore été publié.²) Nous l'avons examiné dans la mesure que nos matériaux nous l'ont permis, mais nous n'avons pas trouvé de construction constante pour tous les exemplaires. Dans les figures ci-jointes, nous avons cependant essayé de dessiner quelques-uns des diagrammes les plus fréquents.

L'inflorescence entière est toujours enveloppée (v. les ff. A, B, C et D) d'une bractée générale (b), dont la gaîne se termine en deux oreilles entre lesquelles se voit le limbe réduit à une pointe aiguë (fig. E b). En réalité, cette bractée est la bractée mère de la fleur axillaire, car celle-ci se développe dans son aisselle. Outre cette grande bractée, la **fleur axillaire** est accompagnée de **trois** bractéoles, la **fleur terminale** de **deux** seulement. Chaque fleur a de plus un *involucre* ou *calicule* scarieux à cinq feuilles.

La *première bractéole* (b_1) de la *fleur axillaire* (v. fig. A. II), très membraneuse, porte deux quilles de grandeur inégale. Elle est presque opposée à la grande bractée mère (*b*), si même sa place n'est pas toujours constante. Tantôt elle se trouve un peu plus d'un côté, tantôt de l'autre.

---

¹) Quelques-unes des parties sont déjà assez bien connues. Voir du reste:

PAYER, J.-B.: Organogénie comp. de la fleur. Paris 1857, p. 695, pl. 137.

VAUCHER, J.-P.: Histoire physiologique des plantes d'Europe. Tome 4. Paris 1841, p. 413.

GRENIER & GODRON: Flore de France. Tome 3. Paris 1855, p. 225.

PARLATORE. dans le Bull. de la Soc. bot. de France. Tome 2, p. 529.

EICHLER: Blüthendiagramme. Vol. 1. p. 155.

²) La description que M. Payer (loc. cit. p. 695) a donnée de l'inflorescence n'est pas complète.

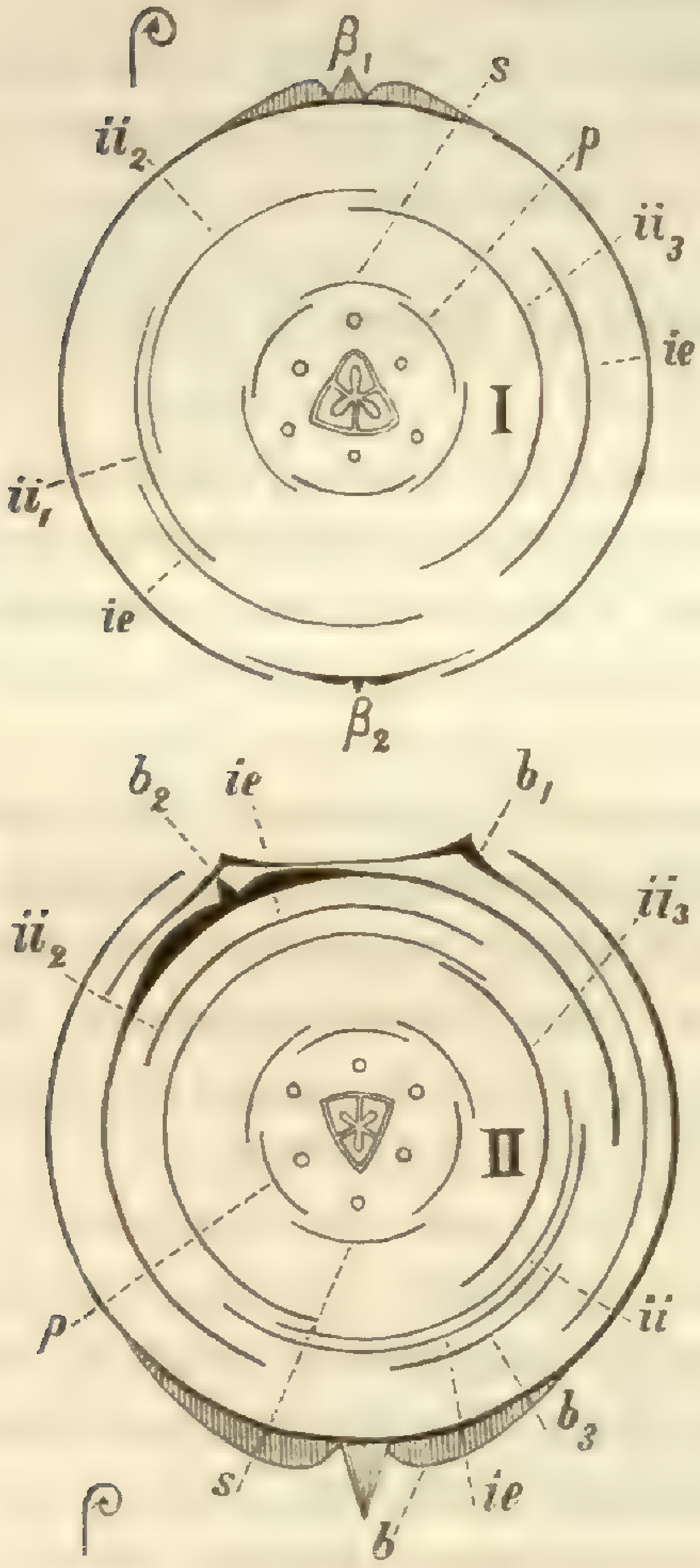


Fig. A. Diagramme d'une inflorescence dont la bractée mère est b. La fleur terminale (I) a deux bractéoles opposées, β_1 et β_2. La fleur axillaire (II) en possède trois: b_1, b_2 et b_3. En outre, chaque fleur est munie d'un involucre scarieux: ie = les folioles extérieures de l'involucre: ii_1, ii_2, ii_3 sont ses trois folioles intérieures, dont la spirale passe sur les deux fleurs de gauche à droite en montant. Chacune des fleurs possède six folioles périgonales rangées en deux verticilles, six étamines, placées aussi en deux verticilles, et un pistil triloculaire.

La position de la *seconde bractéole* b_2, fort ressemblante à la grande bractée *b* (v. fig. E b_2), dépend de celle de b_1. Si b_1 est repoussé à droite, — vu de *b*, — b_2 est placé à gauche, et *vice versa*.

La *troisième bractéole* b_3 (v. fig. E b_3), très petite, membraneuse, et reproduisant à une échelle très réduite la forme des bractéoles tridentées *b* et b_2, mais dont le limbe avorte souvent totalement, est constamment opposée à la dernière.

Les bractéoles de la *fleur terminale* β_1 et β_2 (v. ff. A, B, C et D I) sont opposées les unes aux autres, et correspondent en tout aux bractéoles intérieures de la fleur axillaire b_2 et b_3; β_1 est du reste toujours presque opposé à la grande bractée *b*.

L'involucre i (v. ff. A, B, C, D) des fleurs, consiste invariablement en cinq feuilles ovales et scarieuses. La place de ces feuilles entre elles, ainsi que par rapport aux bractées enveloppantes, est variable[1].

---

[1] **Payer** dit (loc. cit., p. 695) que »ces cinq folioles sont superposées, deux à la bractée qui porte une pointe», — c-à-d. b_2 ou β_1, — »et trois à la plus petite bractée», soit b_3 ou β_2. Nous n'avons pu vérifier cette observation; dans tous les cas, ce fait ne semble pas être constant.

Elle offre toutefois quelque chose de constant en ceci, que les *deux folioles externes* (ie) de l'involucre sembleraient être rangées dans un même verticille. Souvent elles sont aussi opposées.

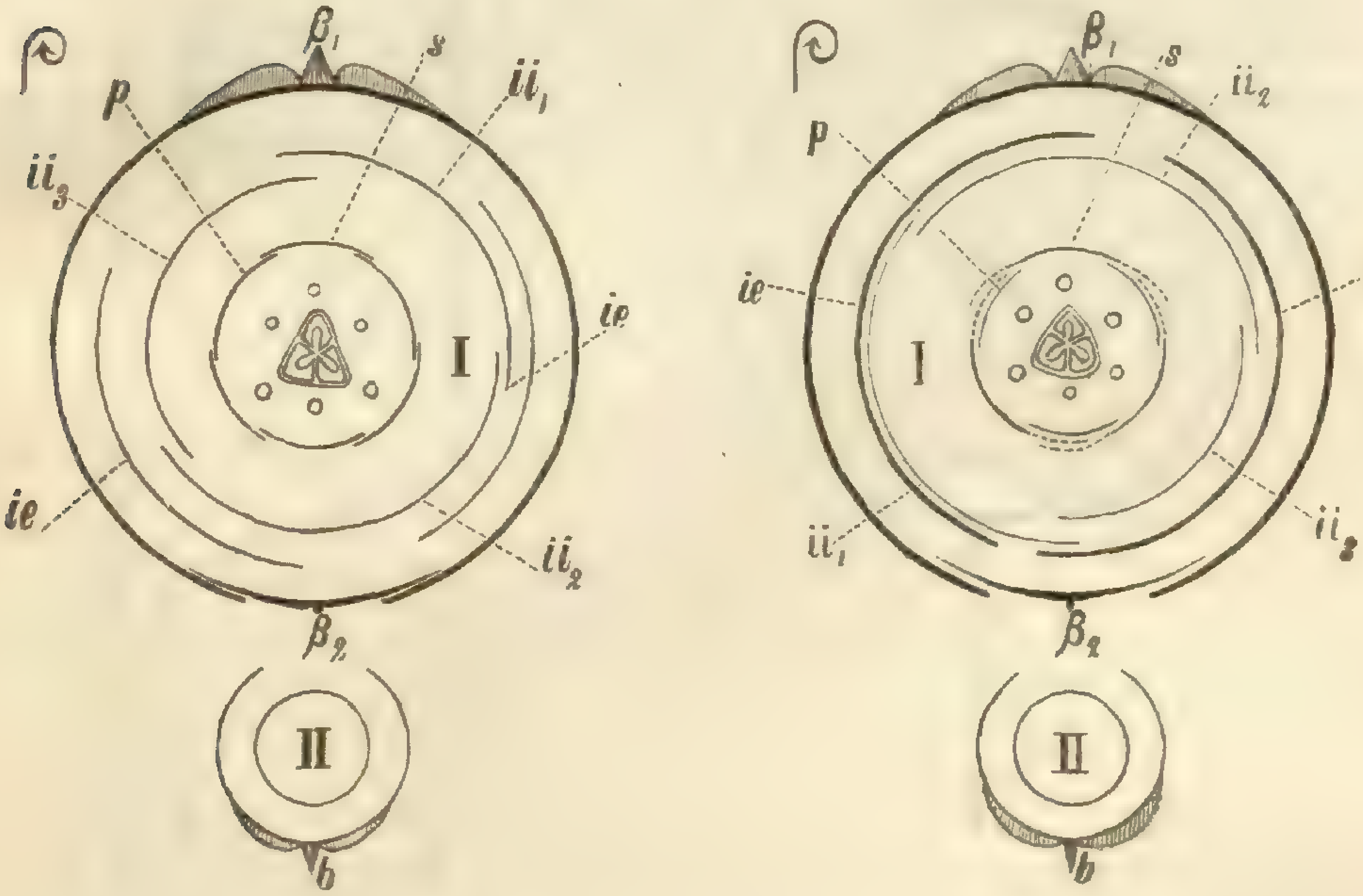


Fig B *et* C. Diagrammes des inflorescences dont les fleurs axillaires (II) sont avortées. La spirale des folioles involucrales internes va de gauche à droite en montant (voir du reste le texte).

Les *trois folioles internes* (ii) sont toujours, d'après leur préfoliation, placées en spirale allant tantôt à droite, tantôt à gauche en montant. Enfin, les involucres des deux fleurs de l'inflorescence sont tantôt homodromes, tantôt antidromes.

En général, les deux folioles externes paraissent du reste être placées plus haut que les trois folioles internes, quoiqu'elles recouvrent ces dernières de leurs bords.

Les figures A, B, C et D montrent quelques-unes des formes involucrales les plus communes.

Le *périgone* consiste en 6 feuilles rangées en deux verticilles et connées en tube à la base. Une circonstance qui semble être constante, c'est qu'un des *sépales est toujours tourné, dans la fleur axillaire, vers la bractée mère b, mais, dans la fleur* *terminale, vers la bractéole extérieure* β_1.[1]) Les feuilles périgonales[2]) ne renferment qu'un faisceau vasculaire, et leur surface est très *papilleuse*.

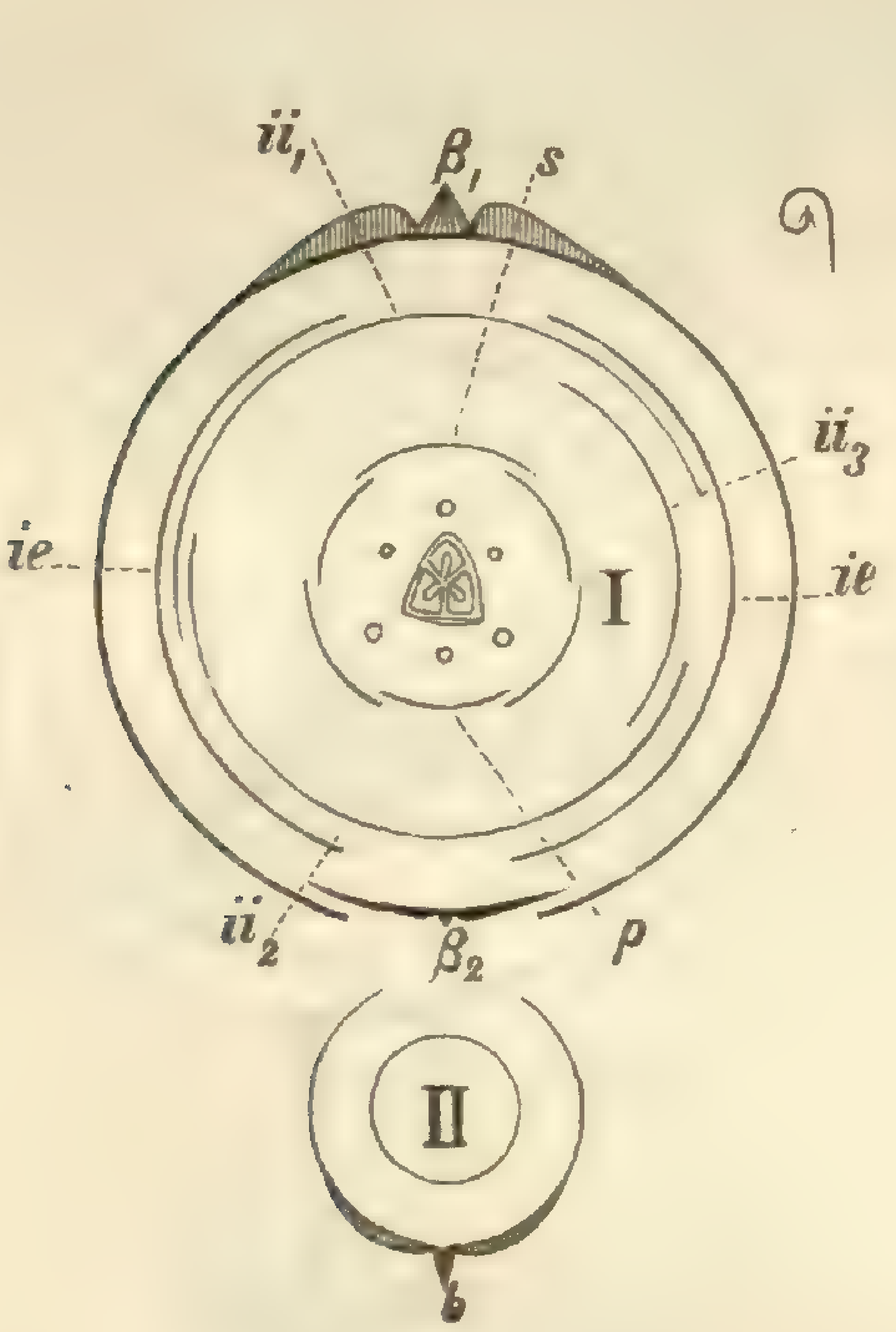


Fig. D. Diagramme comme dans les fig. B et C. La spirale des folioles involucrales intérieures va de droite à gauche en montant.

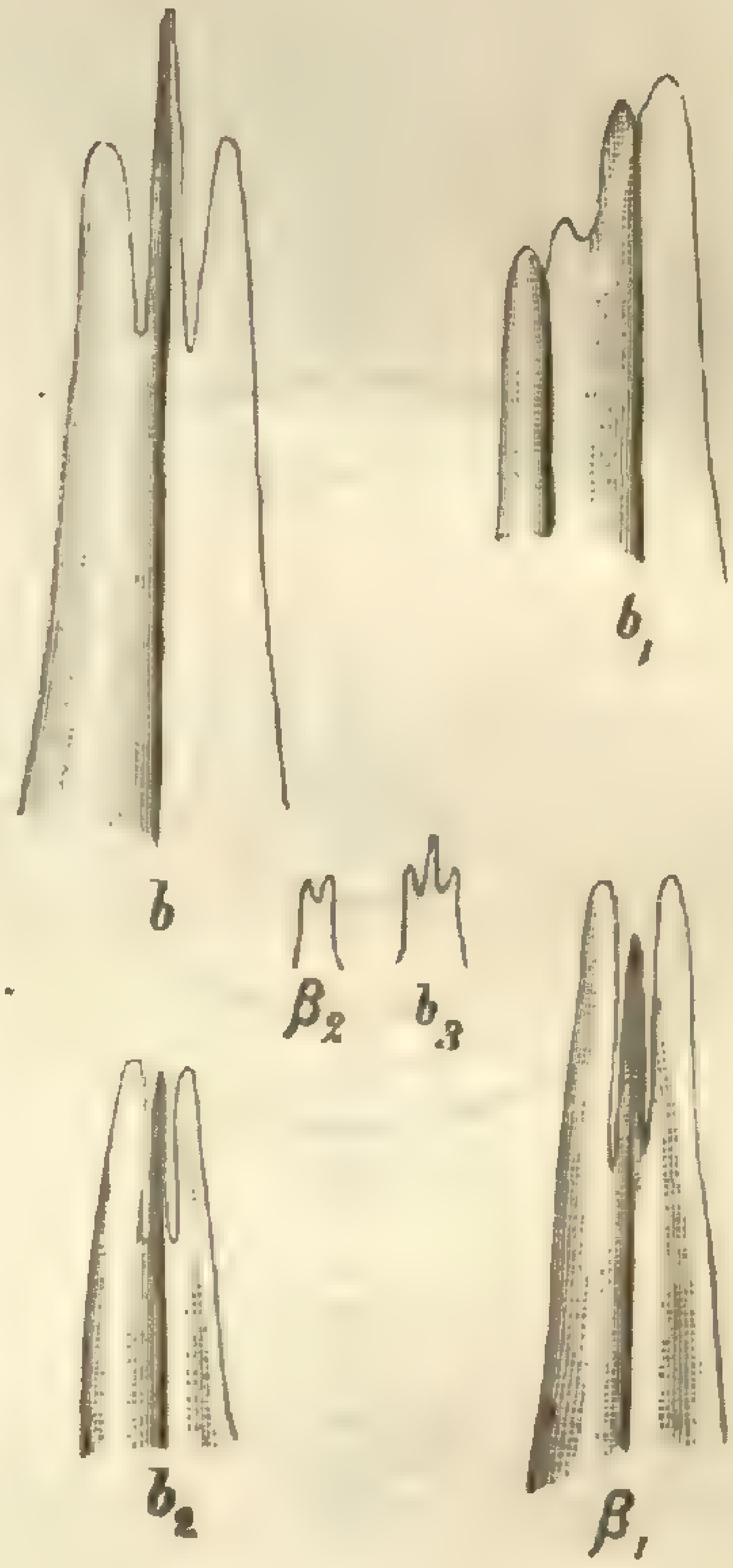


Fig. E. Bractée mère (b) et bractéoles (b_1, b_2, b_3) de la fleur axillaire, ainsi que bractéoles β_1, β_2, de la fleur terminale.

Les *étamines* ont des anthères[2]) allongées et tétraloculaires, dont les cellules fibreuses sont assez remarquables. Une coupe parallèle à la surface de l'anthère donne à leurs parois la forme que montre la fig. 26; elles ressemblent beaucoup à des cordons de perles.

Les grains de pollen offrent aussi quelques particularités assez remarquables. Leur enveloppe extérieure, *l'exospore* (fig. 27), dont la surface est recouverte de verrucosités rangées en spirales irrégulières, est en général détruite à leur germination, et les parois des graines mûres que l'on voit sur le stigmate au milieu de nombreux fragments d'exospores vides, ne se composent généralement que de *l'endospore.* La fig. 28 montre, il est vrai, un grain de pollen germinant, dont l'exospore n'a pas disparu, ce qui, d'après mes matériaux conservés dans de l'alcool, paraît toutefois constituer l'exception et non la règle, et la plupart des grains ont la forme que montre la fig. 29.

---

[1]) **Payer** a observé la même chose.

[2]) Dessinées par **Payer**, l. c. pl. 137.

La structure de l'ovaire et de l'ovule est déjà parfaitement connue.[1]) Le premier renferme un grand nombre de raphides. L'autre, semi-apotrope et épitrope, a deux téguments.

Le manque de matériaux m'a toutefois empêché d'examiner suffisamment la place des folioles de l'involucre comme aussi celle des bractéoles de la fleur axillaire. La structure de cette dernière reproduite par la fig. A est néanmoins celle qui s'est le plus généralement offerte.

---

[1]) Voir: PAYER: l. c.
AGARDH: Theoria Systematis plantarum. Tab. 1, fig. 4.
VAUCHER: loc. cit., p. 413.
GRENIER & GODRON: loc. cit., p. 225.

Résumé.

Les résultats principaux des recherches ci-haut, sont les suivants:

1. On trouve, chez les tiges de l'Aphyllanthes monspeliensis, ce phénomène si rare dans le monde végétal, que **l'épiderme même**[1] **semble remplir les fonctions de tissu mécanique,** sans que la constitution chimique des parois cellulaires en soit modifiée, et qu'il se produit entre ces diverses parties une **différentiation de fonction** sans relation avec le tissu sous-jacent. L'épiderme s'est différencié en **épiderme mécanique** et en **épiderme aspirant.**

2. La **tige** est ici le **seul organe d'assimilation.**

3. Les faisceaux vasculaires ont fréquemment, chez cette plante, **plusieurs,** — *généralement trois,* — **parties de phloème.** Ils sont *concentriques* dans le rhizome, où ils manquent de sclérenchyme; dans la tige, ils sont *collatéraux.*

4. On trouve dans le rhizome une *zone génératrice des faisceaux,* en ce qu'il y existe un **accroissement en épaisseur secondaire.**[2]

Post-Scriptum.

Le manuscrit était déjà à l'impression, quand nous avons été mis à même, par la bienveillance de M. le professeur Flahault, de Montpellier, d'examiner des exemplaires vivants d'Aphyllanthes monsp. recueillis ce printemps. Nous avons pu constater par là que les vagins foliaires portent à leur sommet de petits limbres d'environ 2 à 3 mm. de longueur, dont la coupe transversale montre en dehors une couche homogène d'épiderme possédant des stomates, couche tout à fait semblable à l'épiderme dessiné fig. 10, et, en dedans de cet épiderme, un parenchyme cortical à partie extérieure verte, possédant de la chlorophylle, tandis que la partie intérieure est incolore et sert probablement comme une espèce de »tissu aquifère» (Wassergewebe).[1] Le centre du limbe est enfin occupé par un faisceau vasculaire produit par l'anastomose des trois faisceaux du vagin.

---

[1] MM. Schwendener et Haberlandt ont montré que chez certaines plantes il peut se former des faisceaux de tissu mécanique (liber) dans l'épiderme, mais. en ce cas, ce dernier est profondément modifié.

[2] Nous avons déjà (note 1. p. 11) signalé que le même cas se présente chez l'un des parents australiens de l'Aphyllanthes, savoir Johnsonia pubescens.

Quant aux racines, nous avons eu l'occasion d'en examiner de jeunes dont le tissu cortical n'était pas détruit. Ce dernier, qui n'offre toutefois à peu près rien de spécialement remarquable, est bordé, à l'extérieur, d'un épiderme et d'un hypoderme (»couche épidermoïdale» d'Olivier).

Les *jeunes* grains de pollen ne semblent pas avoir leurs papilles placées dans les raies spirales caractéristiques dessinées fig. 27.

Le nouvel ouvrage: Genera Plantarum, Vol. 3, Londres 1883, de MM. BENTHAM & HOOKER, que nous avons eu l'occasion de voir l'autre jour, range l'Aphyllanthes dans la famille des Liliacées, tribu XI: Johnsoniées, embrassant les mêmes plantes que la famille des Aphyllanthées de Parlatore. Chez MM. BENTHAM & HOOKER, Johnsonia, et non Aphyllanthes, est toutefois donnée comme type de la tribu.

---

[1] Cf. M. WESTERMAIER: »Untersuch. über den Bau &c. des Hautgewebes», dans les Sitzungsberichte der Königl. Preuss. Akad. der Wissenschaften. 1882. N:o 38, et

Id.: »Ueber Bau und Funktion des pflanzlichen Hautgewebes», dans les Pringsheims Jahrbücher, T. 14, 1:er fascicule. Berlin 1883. Après avoir lu cet important ouvrage, l'idée nous est venue que peut-être, outre leur fonction purement mécanique, les côtes de l'épiderme mécanique ont aussi pour fonction de conserver la continuité, dans les temps secs, du tissu tégumentaire aquifère.

Explication des figures.

Dans toutes les planches, les lettres ont la signification suivante:

c. = *cuticule.*
cb. = *cellule de bordure.*
cr. = *cristaux.*
e. = *épiderme.*
e. a. = » *aspirant.*
e. m. = » *mécanique.*
F. V. = *faisceau vasculaire.*
G. P. = *gaîne protectrice.*
M. = *moëlle.*
m. i. = *méats intercellulaires.*
p. c. = *parenchyme cortical.*
P. H. = *phloème (liber, leptom).*
R. = *raphides.*
S. = *stomates.*
Sc. = *sclérenchyme.*
V. = *vaisseau.*
V. A. = » *annelé.*
V. S. = » *spiralé.*
x. = *xylème (bois, hadrom).*

Toutes les figures représentent des parties de l'Aphyllanthes monspeliensis L.

Les chiffres entre parenthèse désignent le grossissement du diamètre.

Planche 1.

Fig. 1. Coupe transversale de la **tige fertile,** passant par le milieu de celle-ci. Les *faisceaux vasculaires* sont placés en cercle périphérique. La cannelure de la tige est uniquement due à *l'épiderme*............ (40).

» 2. Partie de coupe transversale de la portion inférieure d'une tige fertile, montrant les *cellules épidermiques* à cavités rondes (e), et la couche de *parenchyme cortical* (p. c.) qui manque de *chlorophylle,* mais possède des *méats intercellulaires verticaux* (m. i.) parfaitement visibles. La *gaîne protectrice* (G. P.) commence à se former de *l'assise cellulaire intérieure* de l'écorce............ (300).

» 3. Coupe tangentielle de *l'épiderme* inférieur de la tige. Les cellules ont des parois latérales presque horizontales et des membranes verticales très poreuses. La lamelle moyenne des cellules est parfaitement distincte............ (300).

» 4. Partie de la fig. 1 plus fortement grossie. L'épiderme s'est différencié ici en *épiderme mécanique* (e. m.) et en *épiderme aspirant* (e. a.). L'un forme des côtes et possède des cellules très allongées dans le sens radial, à cavités relativement très petites; l'autre, qui forme les cannelures, renferme des *stomates* (s.) à cellules de bordure (c. b.) munies de membranes très épaisses. La couche *d'écorce verte* (p. c.) manque de *méats intercellulaires verticaux,* La *gaîne protectrice* (G P.) est fort distincte............ (300).

» 5 a. Coupe tangentielle des cellules de *l'épiderme mécanique,* montrant des *cristaux* (cr.) *d'oxalate de chaux* ($Ca\,O_2\,C_2\,O_2$) renfermés dans les parois Les cavités (l.) des cellules sont très petites, vues de ce côté............ (450).

» » b. Section radiale de la même cellule, montrant les deux tubercules de la *cuticule* en face de la paroi latérale............ (300).

» 6 a. Coupe tangentielle de *l'épiderme* du milieu de la tige. *L'épiderme aspirant* (e. a.) montre les *stomates* (s.) rangés en raies régulières. p = pores des cellules de l'épiderme mécanique............ (150).

» » b. Une cellule *d'épiderme mécanique* très longue............ (150).

» 7. *Stomates*............ (300).

a. vus en face. La cuticule a des tubercules nombreux.

» » b. coupés tangentiellement par *l'antichambre* rectangulaire.

» » c. coupés tangentiellement par les *cellules de bordure* (c. b.).

» 8. Section radiale de la tige fertile, montrant *l'épiderme aspirant* avec les stomates (s.), le *parenchyme cortical vert* (p. c.) avec de grands *méats intercellulaires horizontaux* (m. i.), et la *gaîne protectrice* (G. P.)............ (300).

Planche 2.

Fig. 9. Partie d'une section transversale de *l'épiderme aspirant*, montrant des *stomates fermés* (s.). Leurs cellules marginales ne se sont jamais séparées .... (300).

» 10. Coupe transversale de l'épiderme de la partie la plus élevée de la tige fertile. Les cavités des cellules (l.) sont ici très grandes; s = stomates .... (300).

» 11. Section tangentielle de *l'assise* cellulaire *intérieure* de *l'écorce verte*, montrant les *grandes* cellules qui renferment des *raphides* (R.) .... (450).

» 12. Coupe tangentielle de la *gaîne protectrice* d'une tige fertile; p. = pores .... (300).

» 13. Une cellule de la moëlle centrale de la tige, vue dans toute sa longueur .... (150).

» 14. Section transversale d'un grand *faisceau vasculaire* de la tige fertile. Sc. = la partie tricornée du *sclérenchyme;* P. H. = les *trois parties de phloème;* x. = le *xylème*, dans la partie intérieure duquel on voit des *trachées spiralées* et *annelées* (V. S. et V. A.). Une cellule de l'écorce, voisine de la gaîne protectrice, contient des *raphides* (R.) .... (300).

» 15. Coupe transversale d'une **tige stérile** enveloppée des feuilles. *L'épiderme* a des parois minces et renferme des *stomates fermés* (s.); la couche parenchymateuse de *l'écorce* (p. c.) est très comprimée et les cellules de la *gaîne protectrice* (G. P.) sont fort irrégulières; F. V. = jeune *faisceau* avec du *phloème* (P. H.) et du protophloème (O), ou sclérenchyme récemment formé? V. = jeunes *vaisseaux* qui se sont formés dans le tissu intérieur .... (300).

» 16. Section transversale d'une **feuille** avec *l'épiderme extérieur* (e.), à parois externes très épaisses, et *l'épiderme intérieur* (e_1), à parois minces. Le parenchyme (p. c.) *manque* de chlorophylle .... (300).

» 17. Coupes transversales d'une **pousse stérile:** (a.) au-dessus de la tige; (b.) au-dessous de son sommet; elles montrent les *trois faisceaux* des feuilles .... (40).

Planche 3.

Fig. 18. Coupe transversale d'un *vieux* **rhizome** faisant voir les *faisceaux vasculaires* (F. V.) épars dans l'intérieur. Pas de gaîne protectrice ... (15).

» 19. Partie de la fig. 18, plus fortement grossie. On voit les cellules rangées *en raies régulières* séparant les *faisceaux périphériques* (F. V. (s)), tandis que les faisceaux du centre (F. V. (p)) sont séparés par des cellules *disposées sans ordre* (40).

» 20. Partie de la coupe transversale d'un *jeune rhizome* en voie de *croissance:* Z. G. = le *méristème générateur* des *faisceaux vasculaires secondaires* (F. V. (s)). F. V. (p) = les *faisceaux primaires* ... (60).

» 21. Partie de section comme dans la fig. 20, montrant un grand *faisceau* avec du *xylème* (x.), à ponctuations aréolées nombreuses, ainsi que du *phloème* (P. H.); M = *cellules lignifiées* de la moëlle, avec pores nombreux. F. V. (s) = très *jeune faisceau secondaire*, qui s'est formé d'une *seule cellule* du méristème ... (300).

» 22—23. *Faisceaux vasculaires secondaires*, un peu plus âgés... (300).

» 24. Section transversale d'une *bourgeon* du *rhizome* montrant que la *première feuille* (1) est tournée *vers l'axe principal.* 2 et 3 = seconde et troisième feuille. T = l'axe du bourgeon ... (40).

» 25. Partie de coupe transversale d'une **racine.** L'épiderme et l'écorce sont détruits. Les parois intérieures des cellules de la *gaîne protectrice* sont très épaisses et distinctement stratifiées. P. H. = les parties de *phloème* ... (300).

» 26. Section transversale des *cellules fibreuses* de **l'anthère.** La structure des parois est très remarquable ... (300).

» 27. a et b = les deux surfaces d'une *exospore* de *grain* de *pollen,* avec *tubercules* nombreux ... (300).

» 28. Un *grain* de pollen *germinant* sur le stigmate et n'ayant pas perdu son exospore. t. p. = *tube pollinique;* en = l'endospore ... (300).

» 29. *Grain de pollen* germinant, dont l'exospore est détruite, comme d'ordinaire chez Aphyll. t. p. = les deux tubes polliniques ... (300).

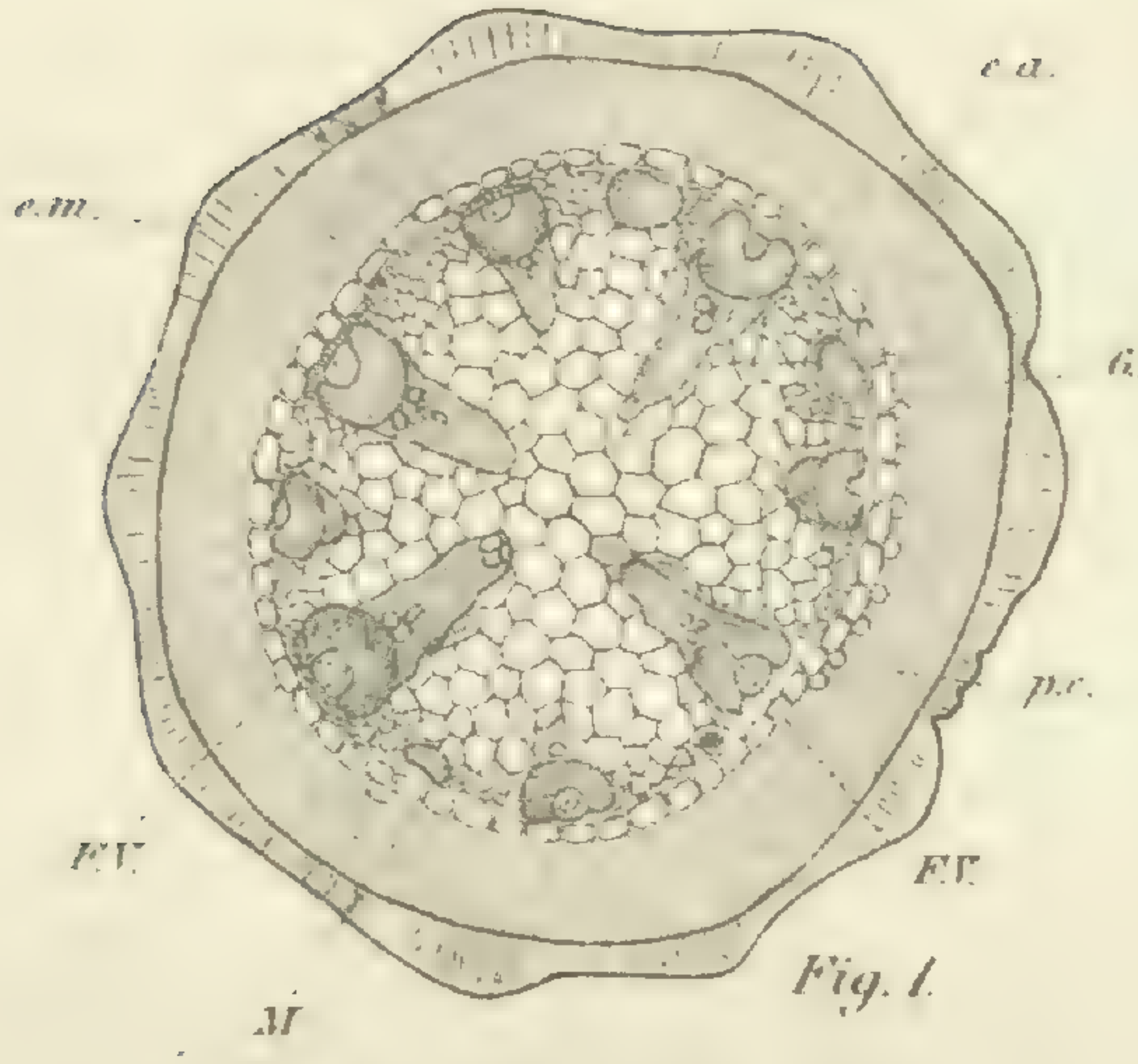

c.a.
e.m.
G.P.
p.c.
F.V.
F.V.
M

Fig. 1.

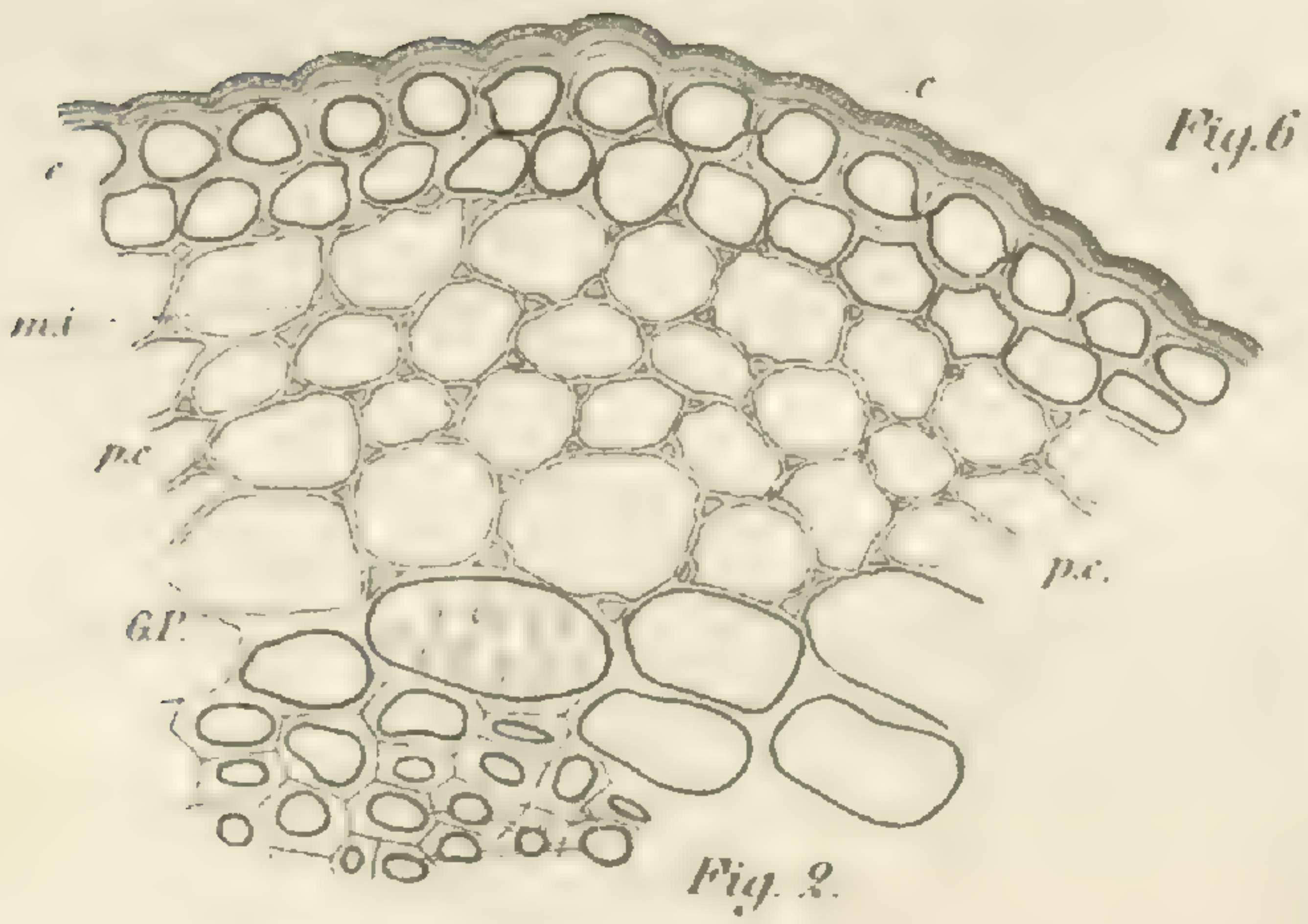

c
c
m.i
p.c
p.c.
G.P.

Fig. 2.

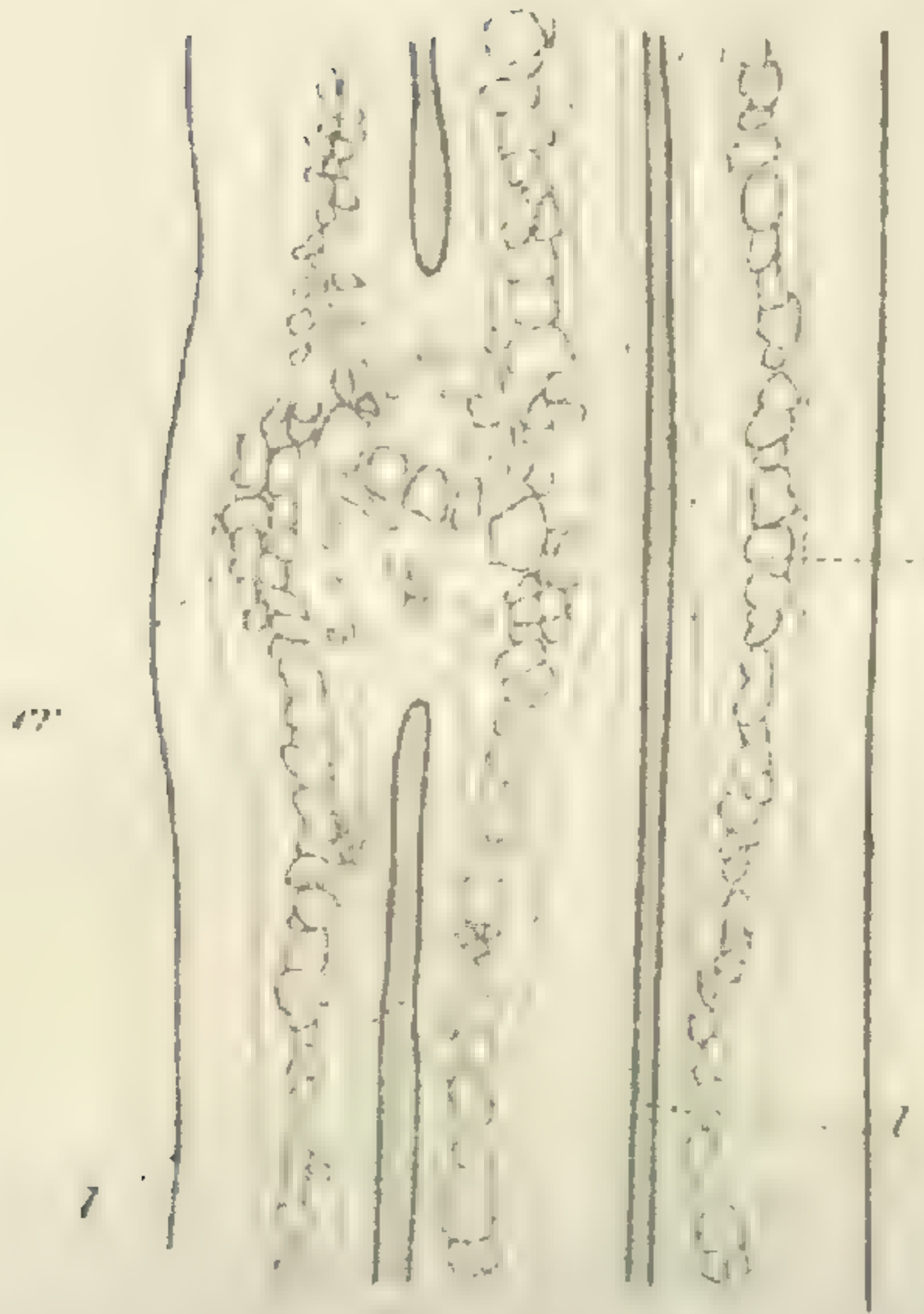


Fig. 5a.

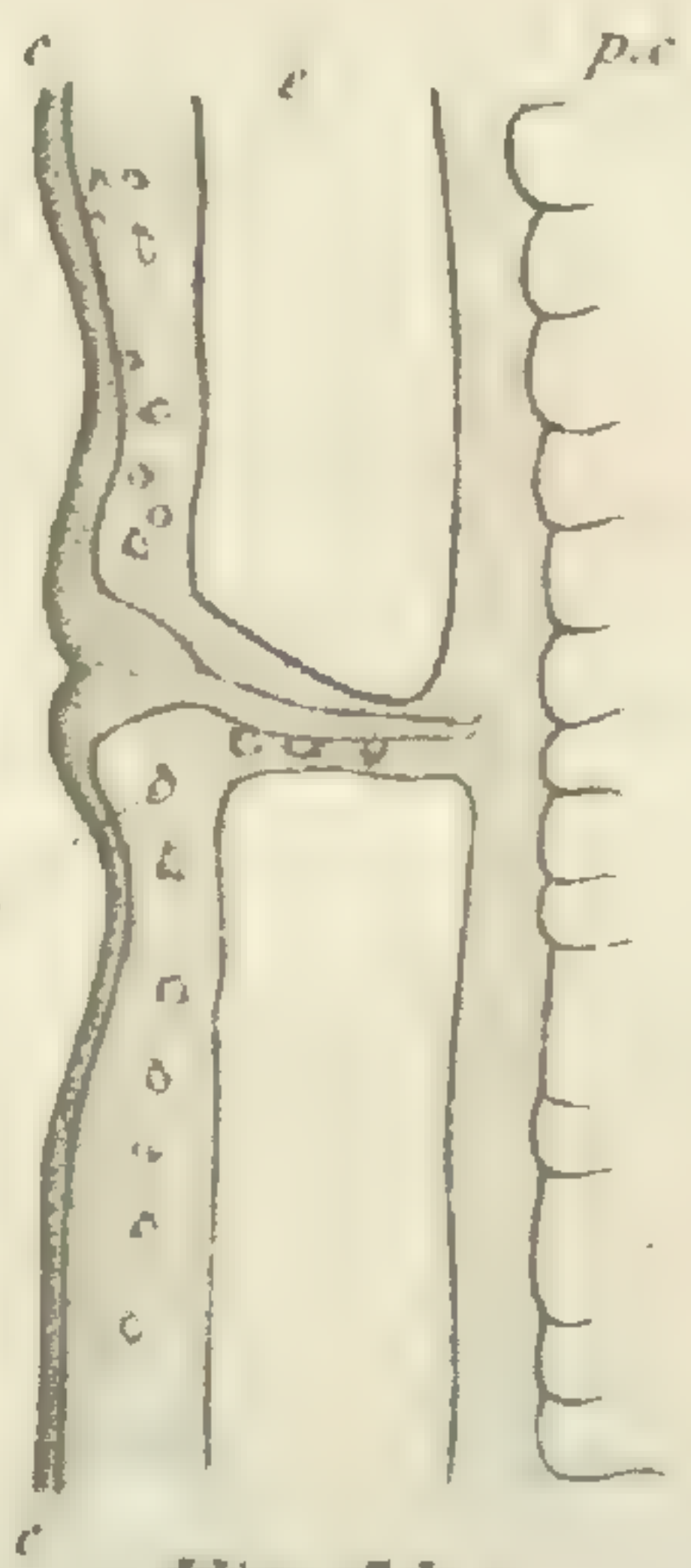


Fig. 5b.

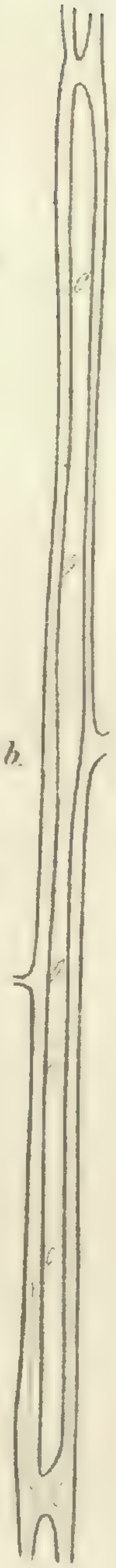


Fig. 6 b.

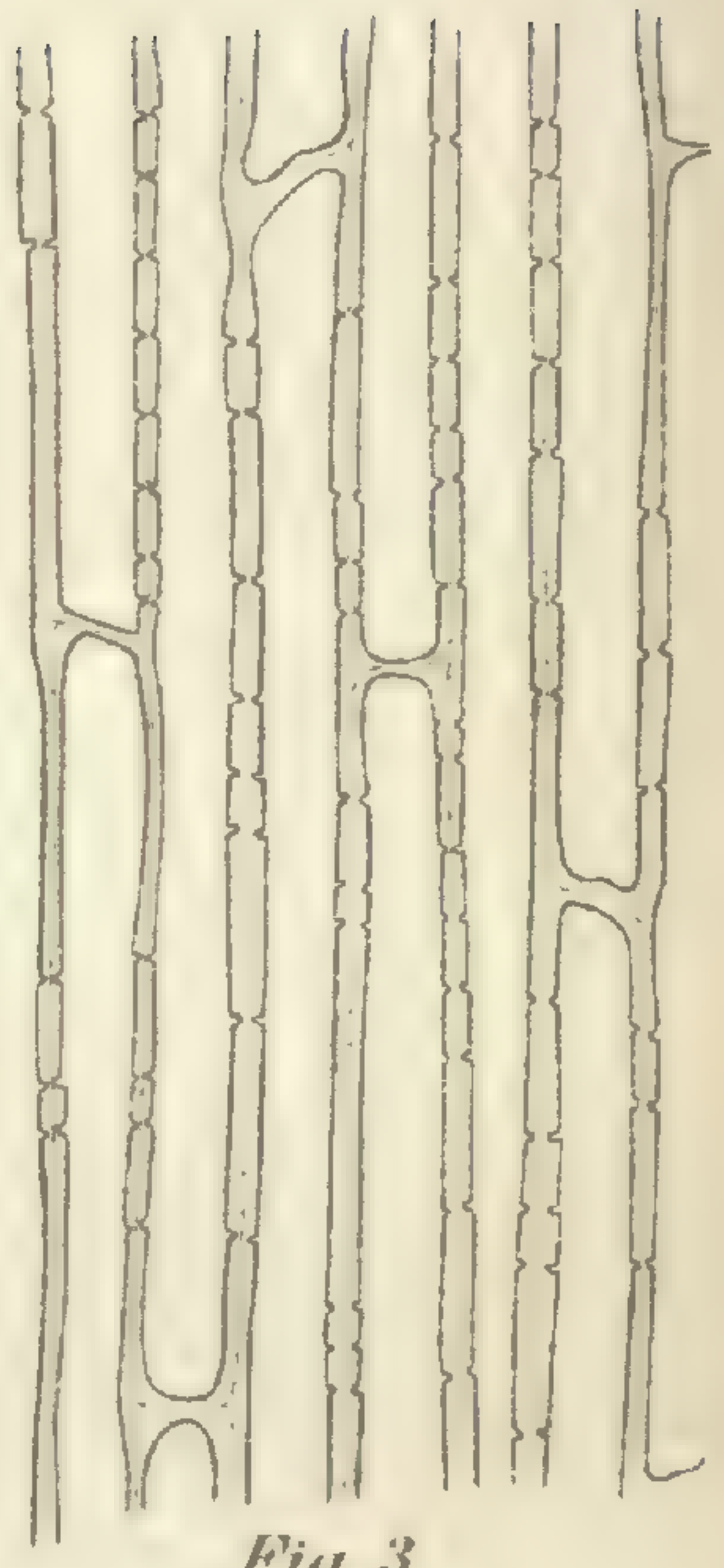


Fig. 3.

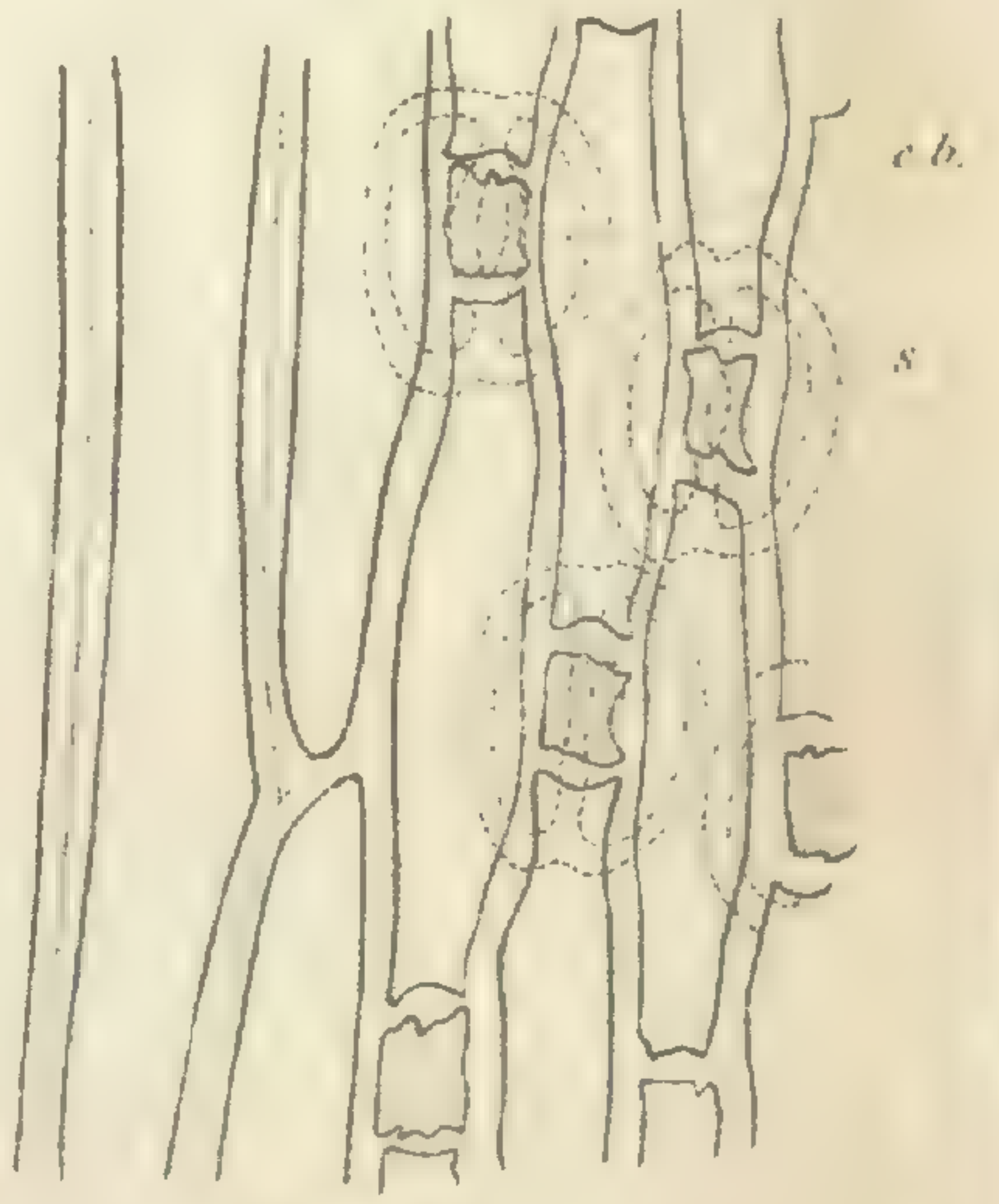


Fig. 7 b.

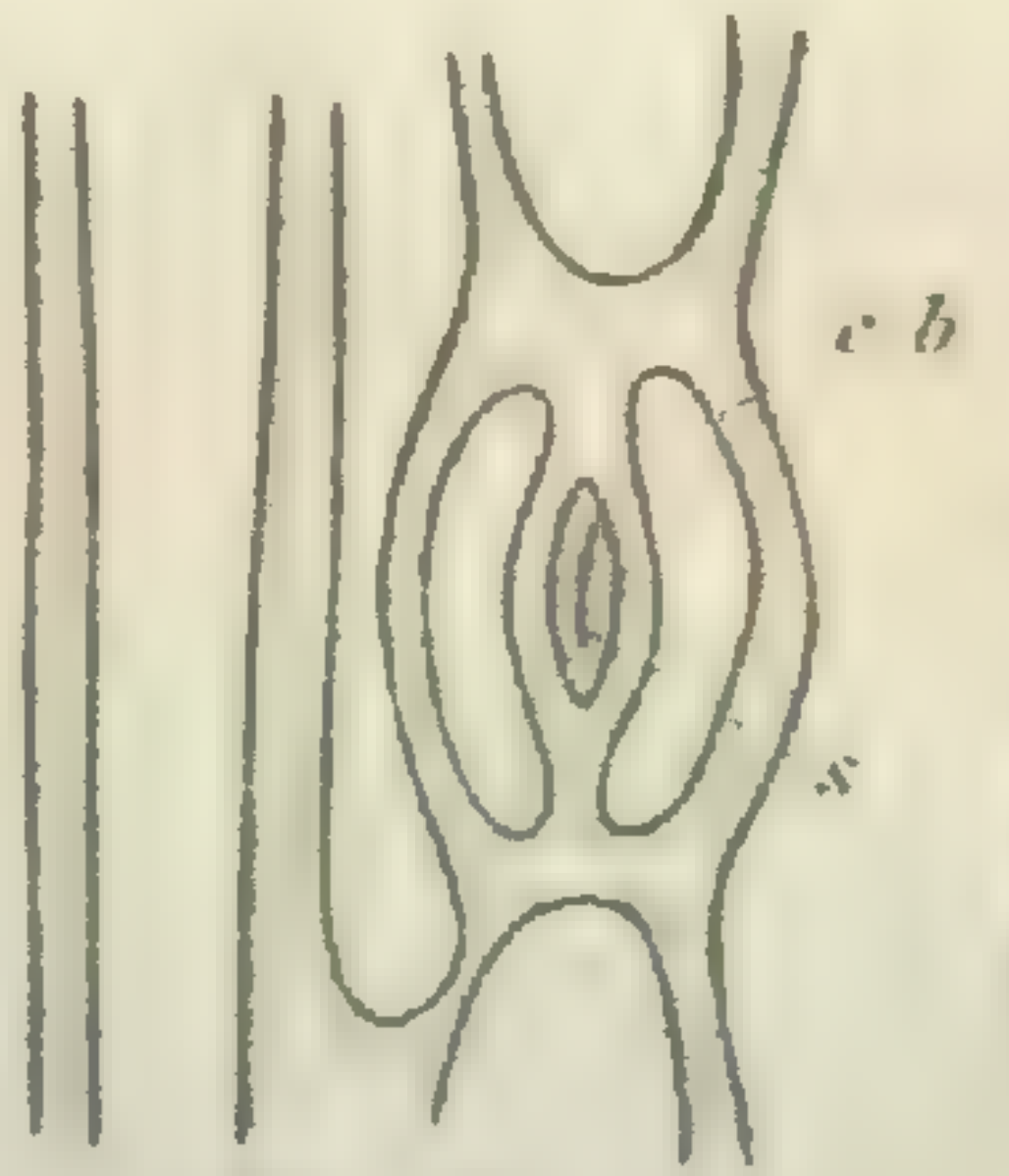


Fig. 7 c

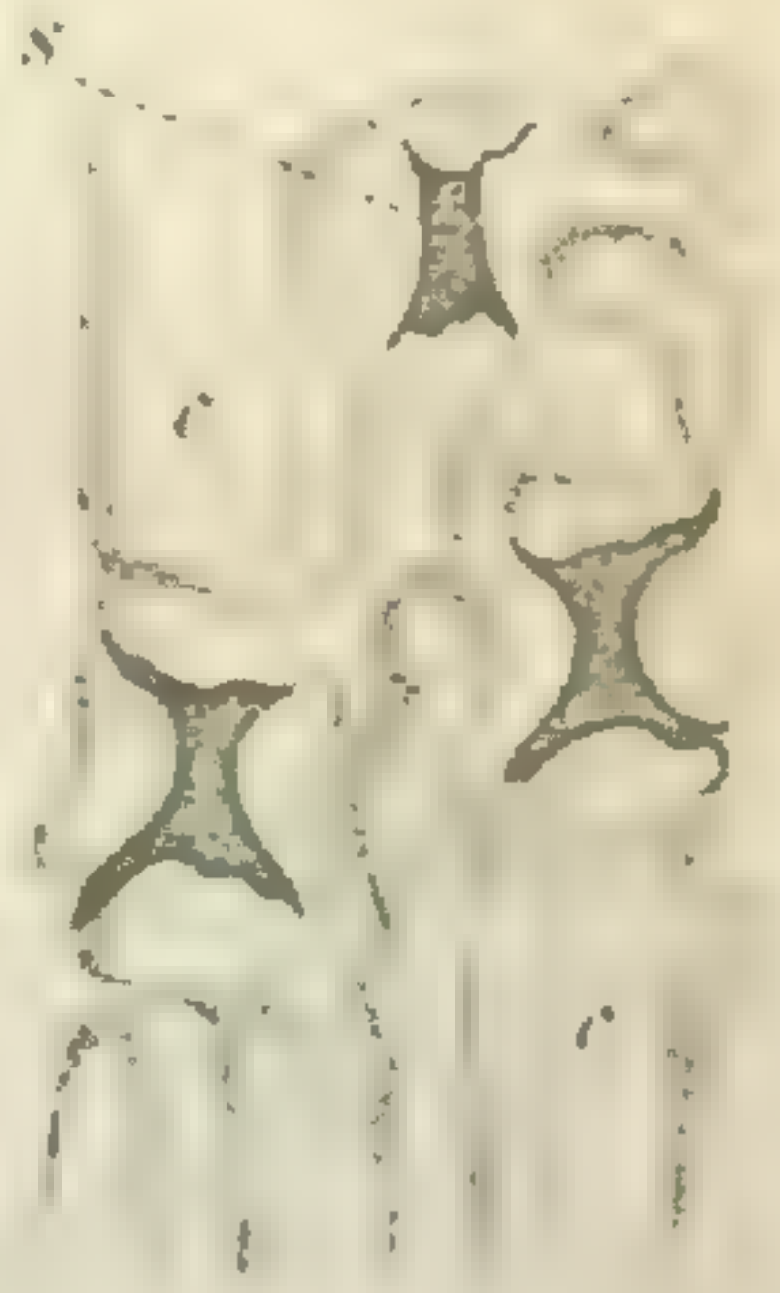


Fig. 7 a.

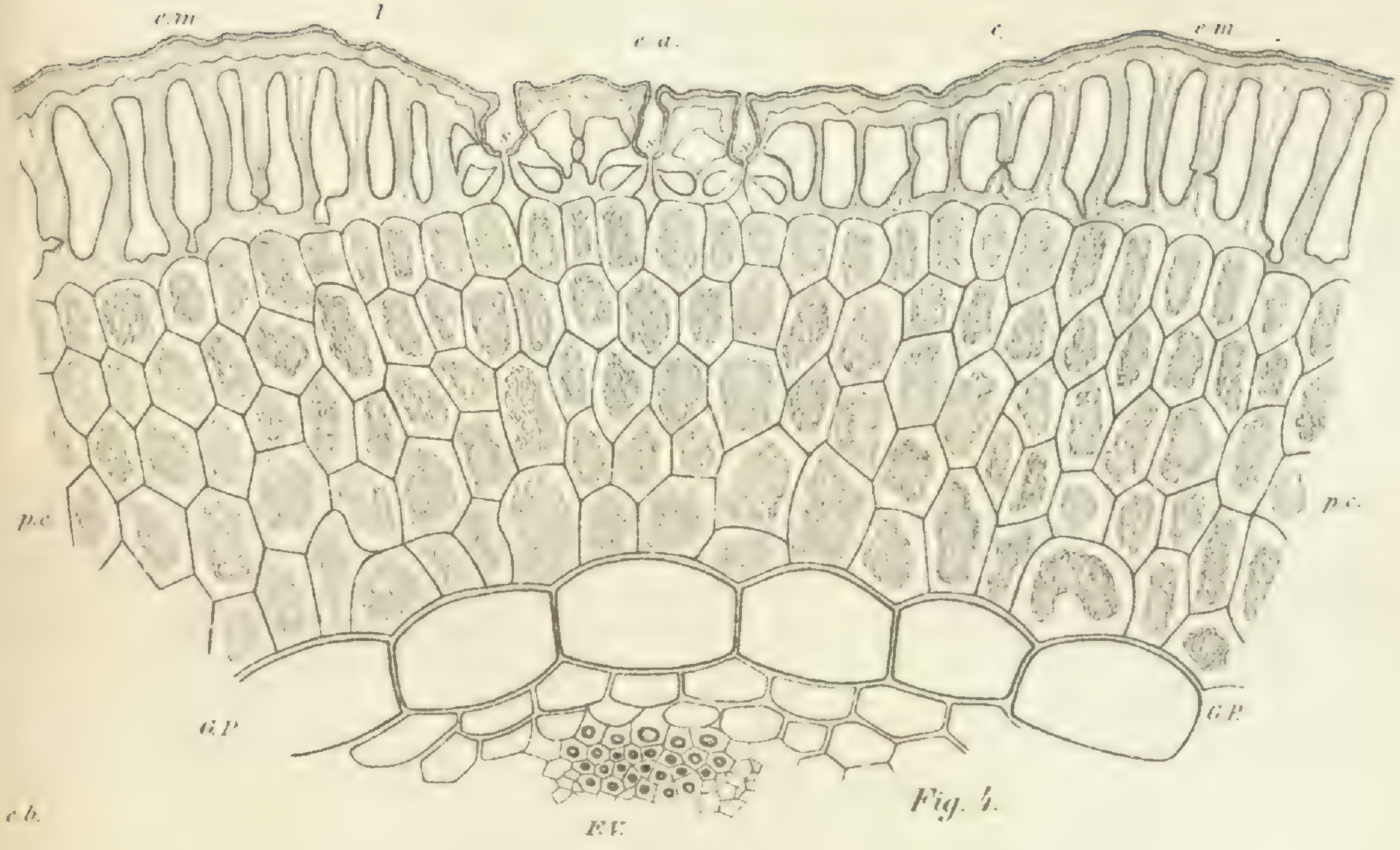

e.m
l
e.a.
c
e.m
p.c
p.c.
G.P
G.P.
F.V.

Fig. 4.

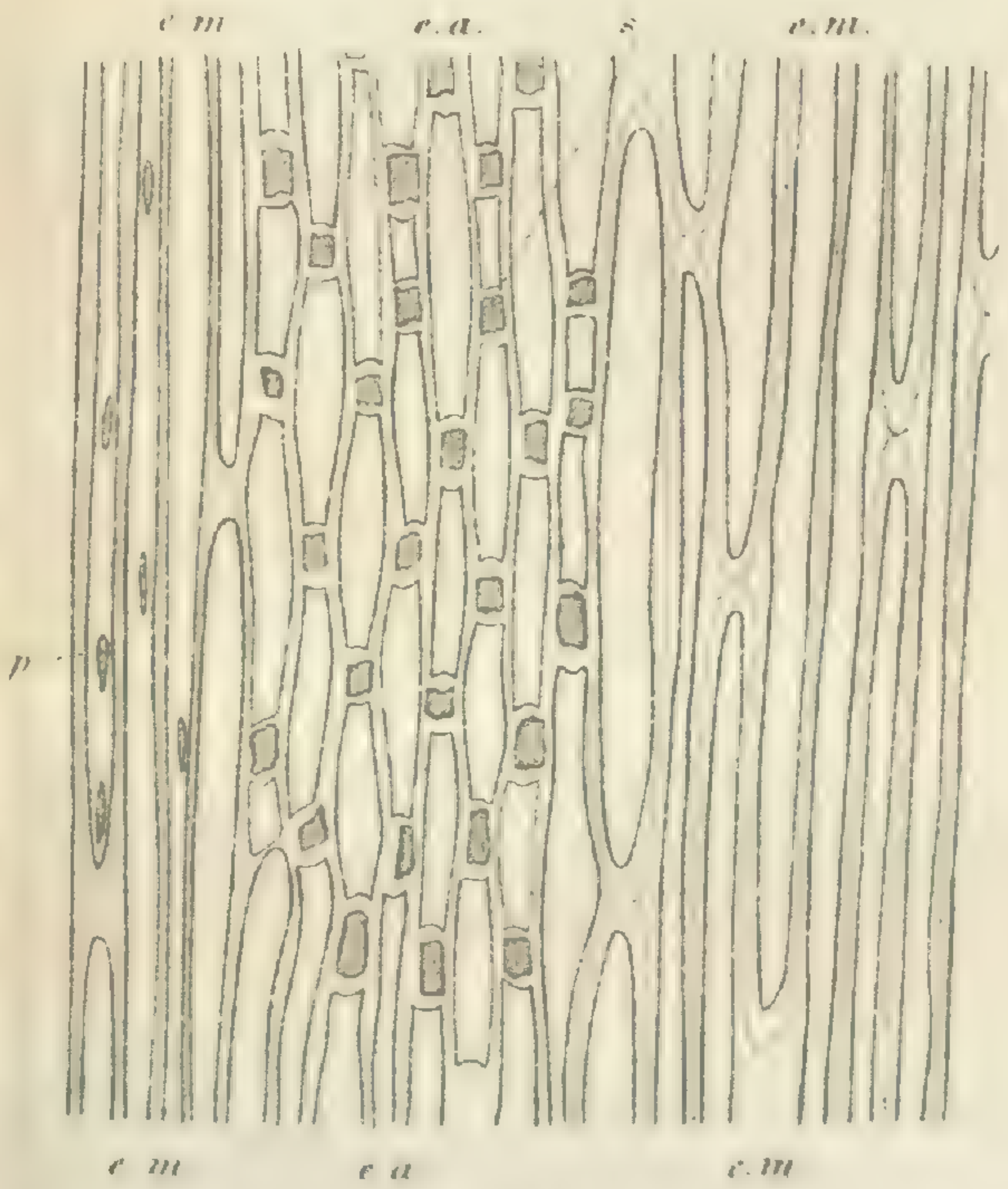

c m
e.a.
s
e.m.
p
c m
e a
c.m

Fig. 6 a.

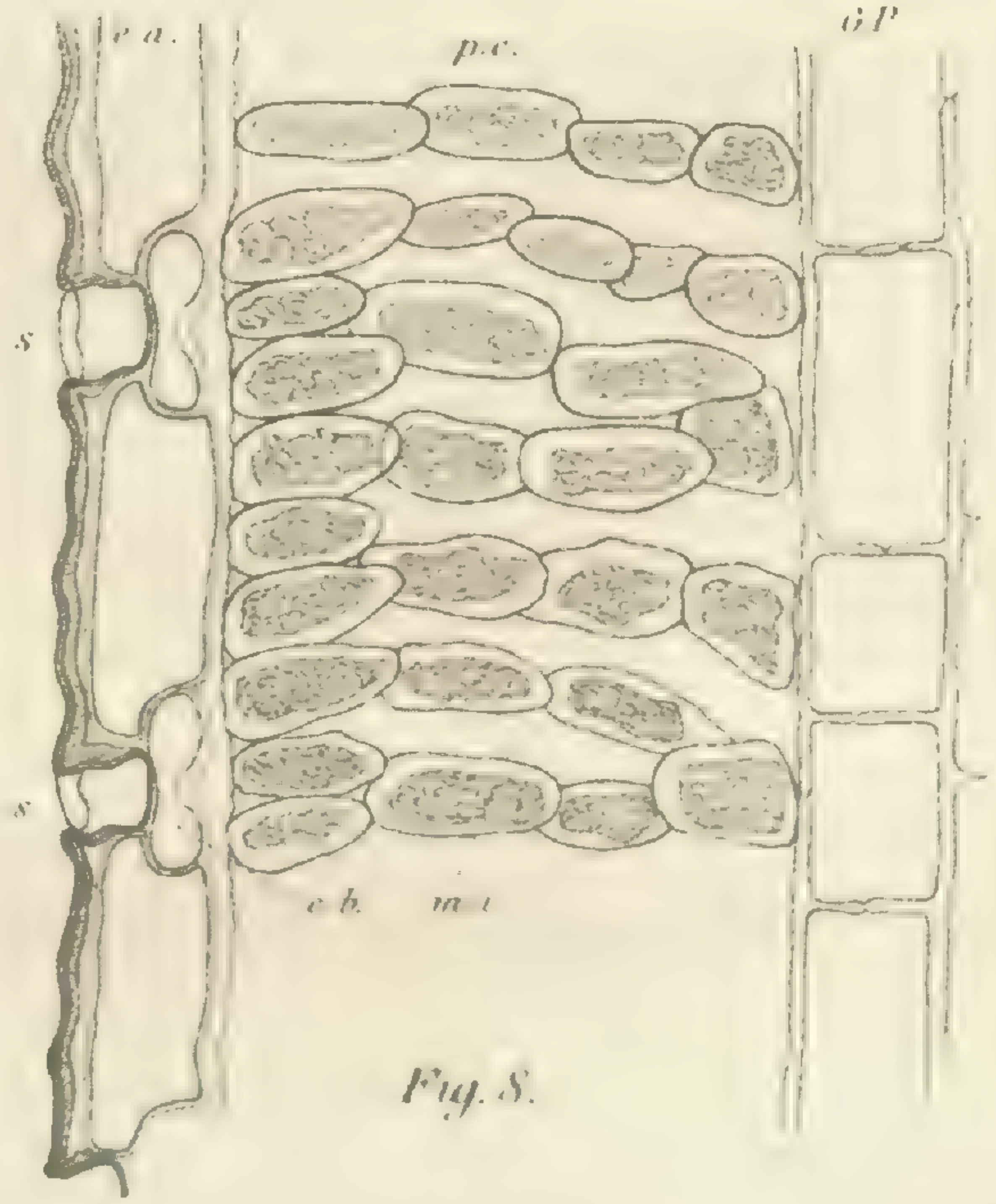

e a.
p.c.
G.P
s
s
c.b.
m.i

Fig. 8.

Lith W. Schlachter, [illegible]

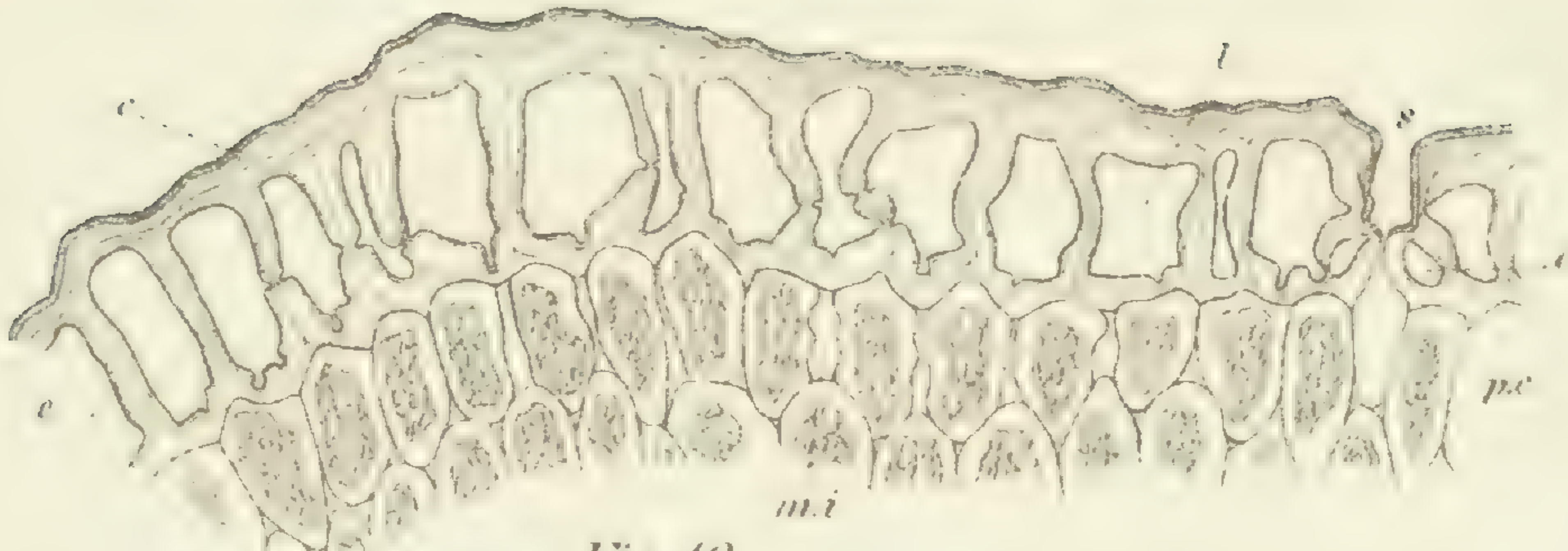

l
c
s
c.b.
p.c
c
m.i
pc.

Fig. 10.

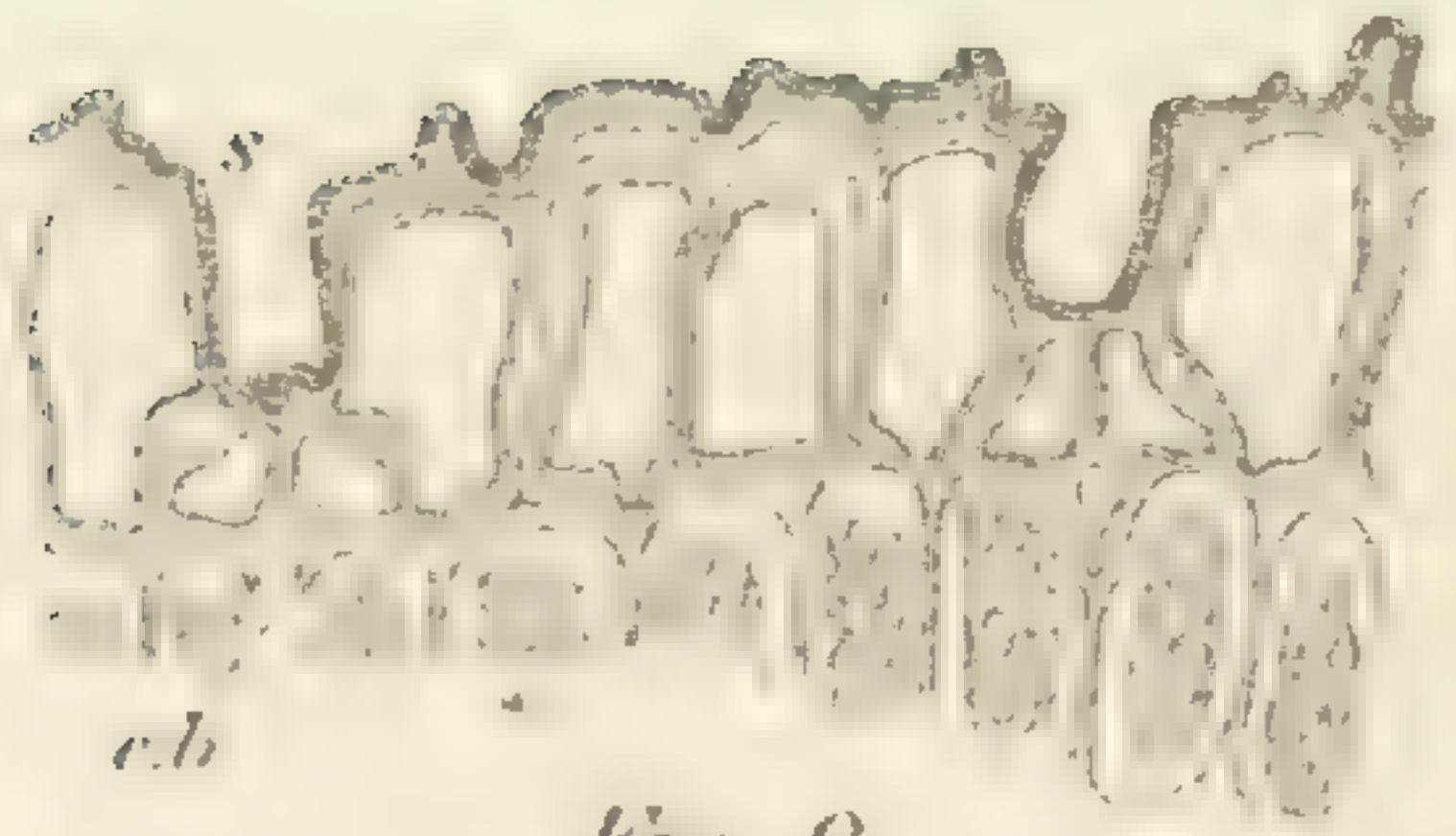


Fig. 9.

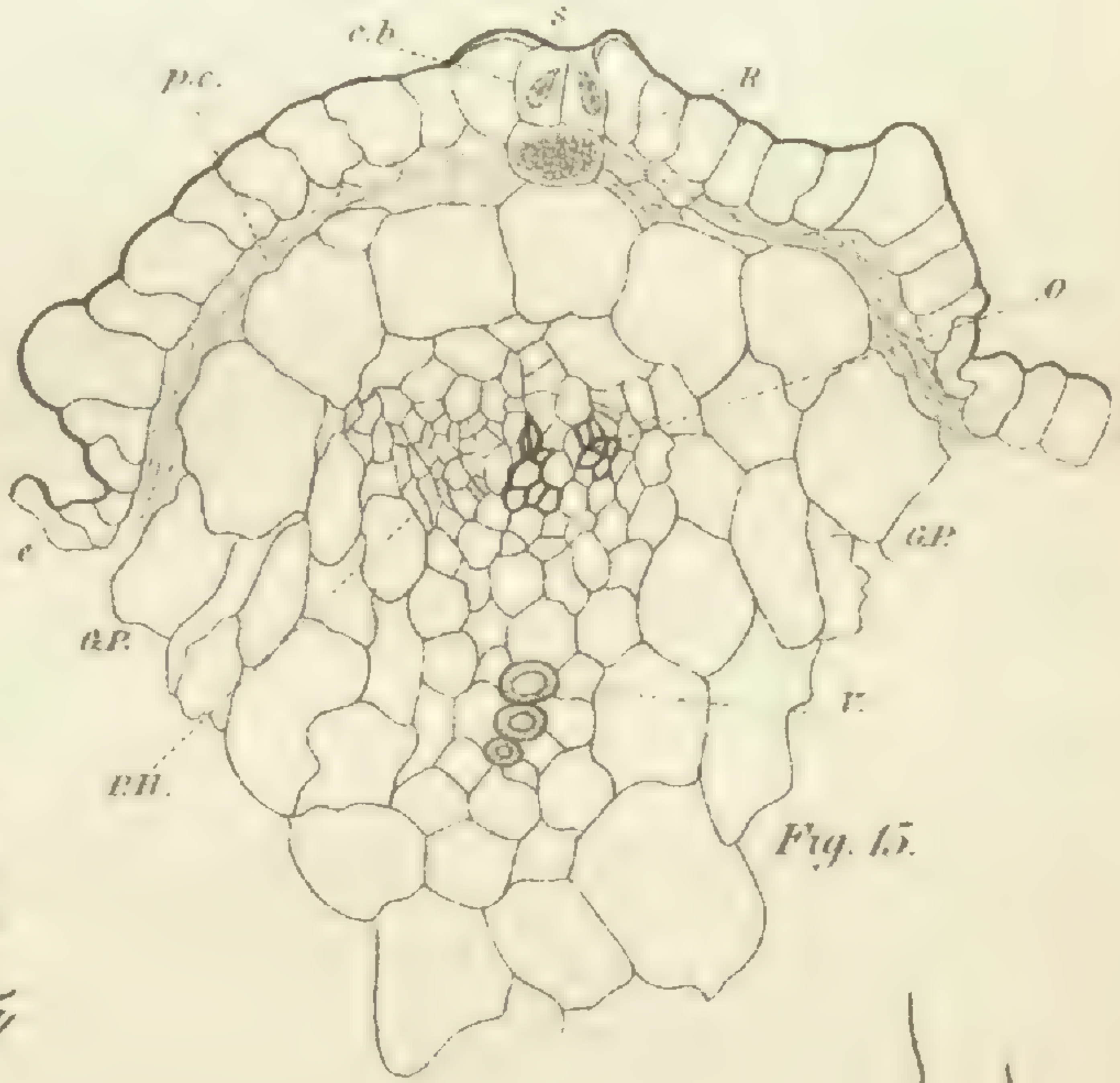

c.b.
s
p.c.
R
O
c
G.P.
G.P.
V.
P.H.

Fig. 15.

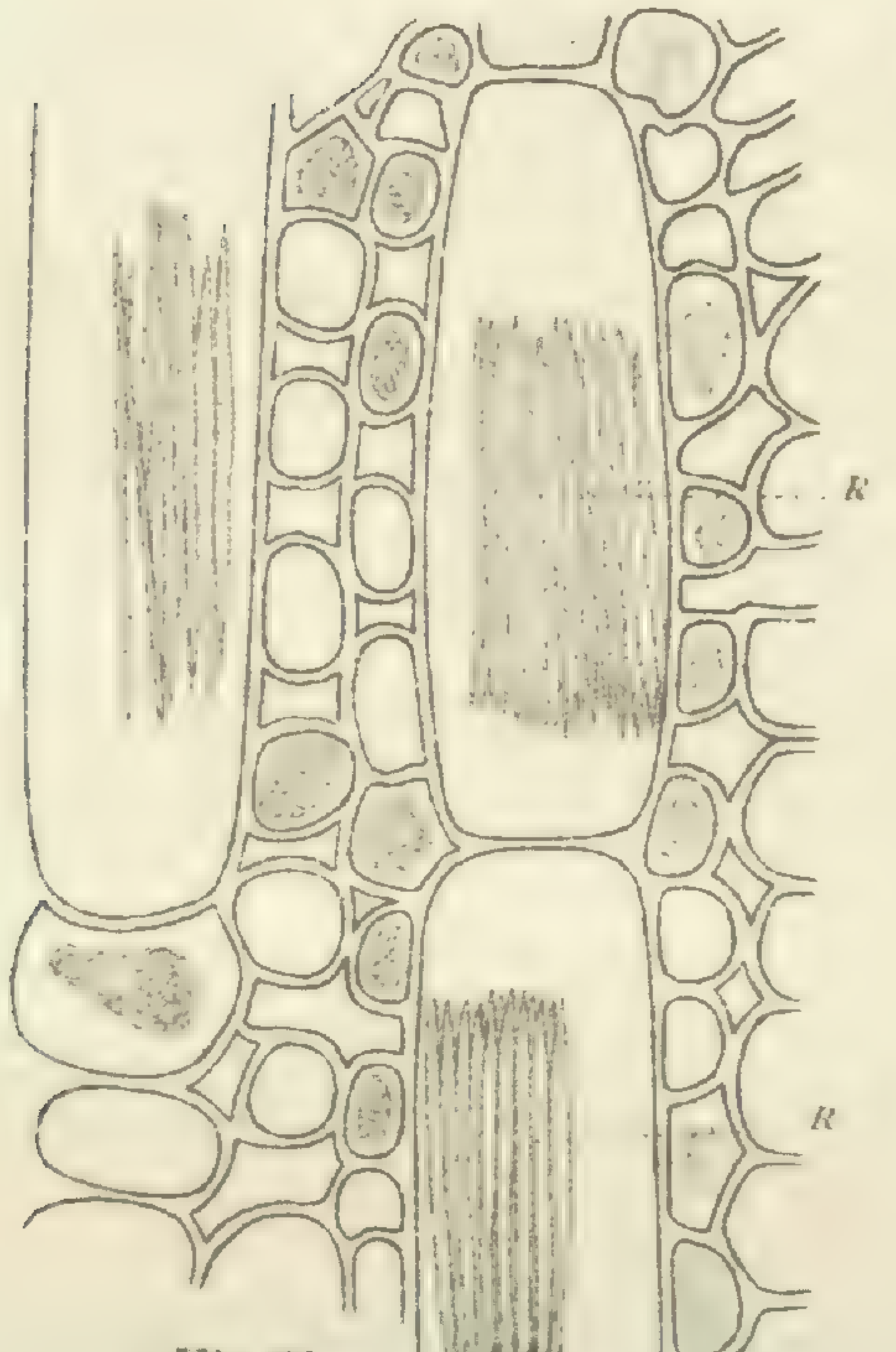


Fig. 11.

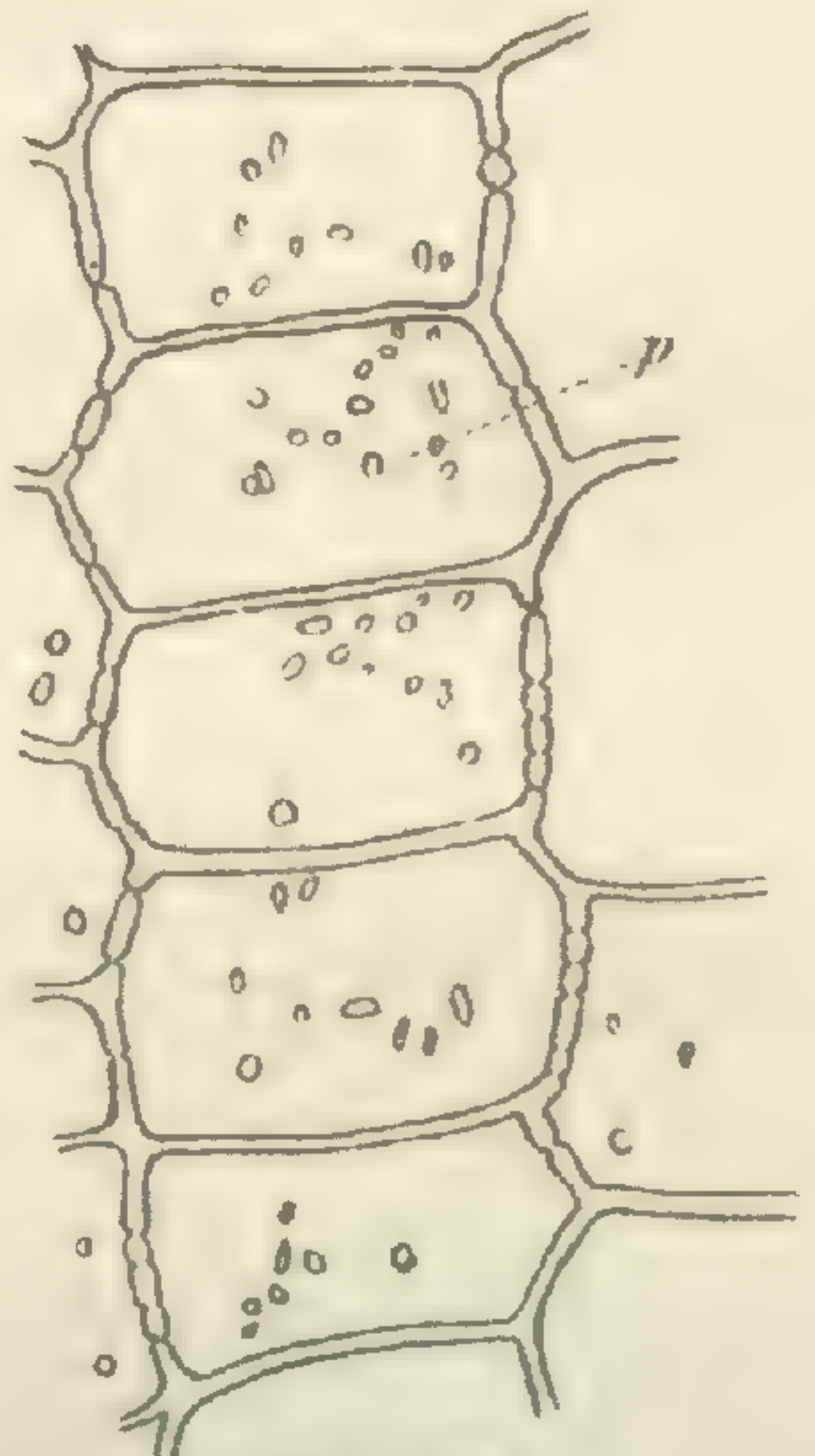


Fig. 12.

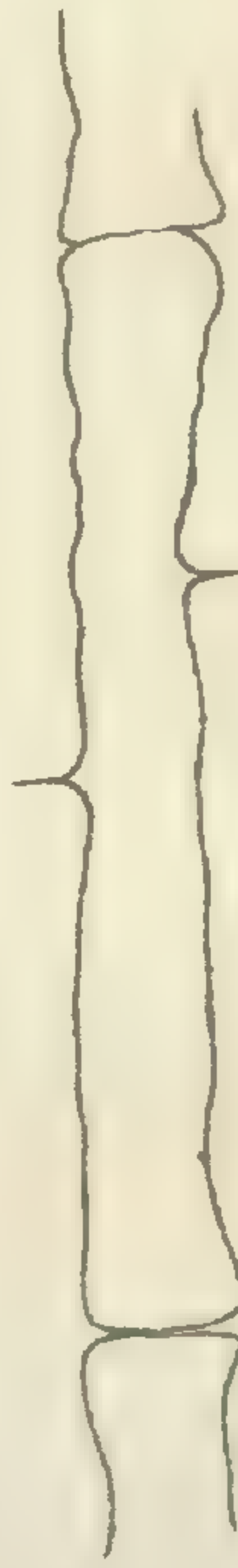


Fig. 13.

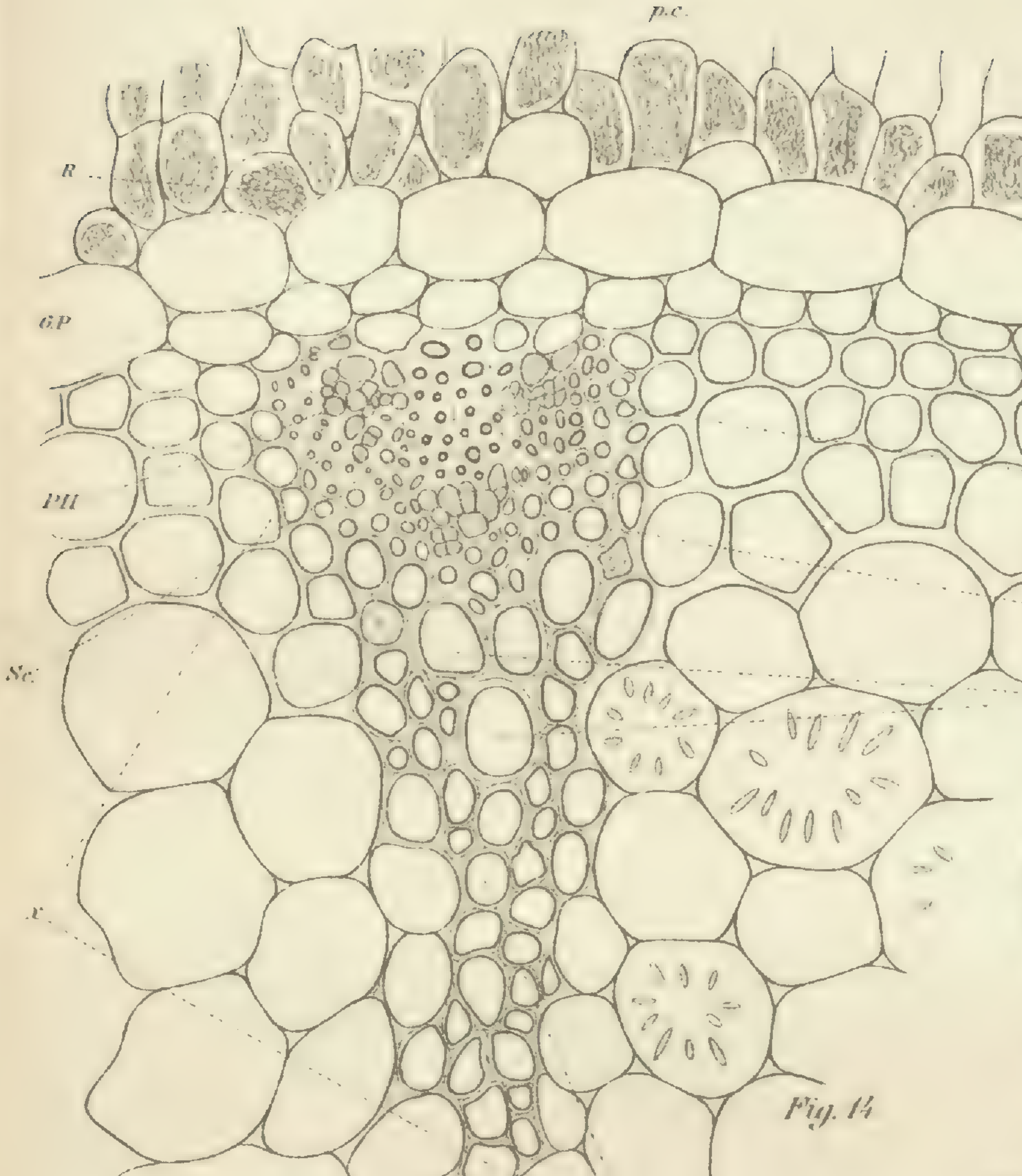

p.c.
R
G.P
G.P.
PH
P.H
P.H.
Sc.
V.S.
x
V.A.

Fig. 14.

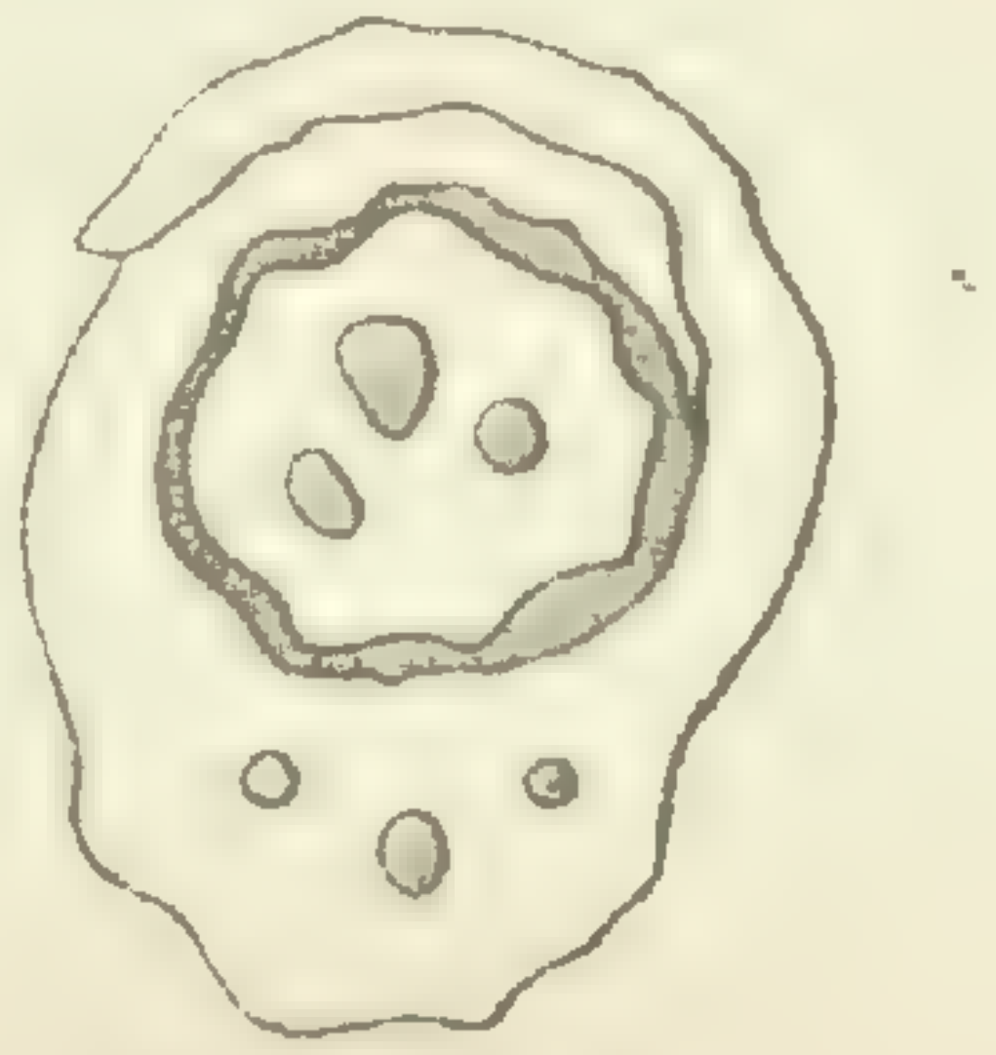


Fig. 17 a.

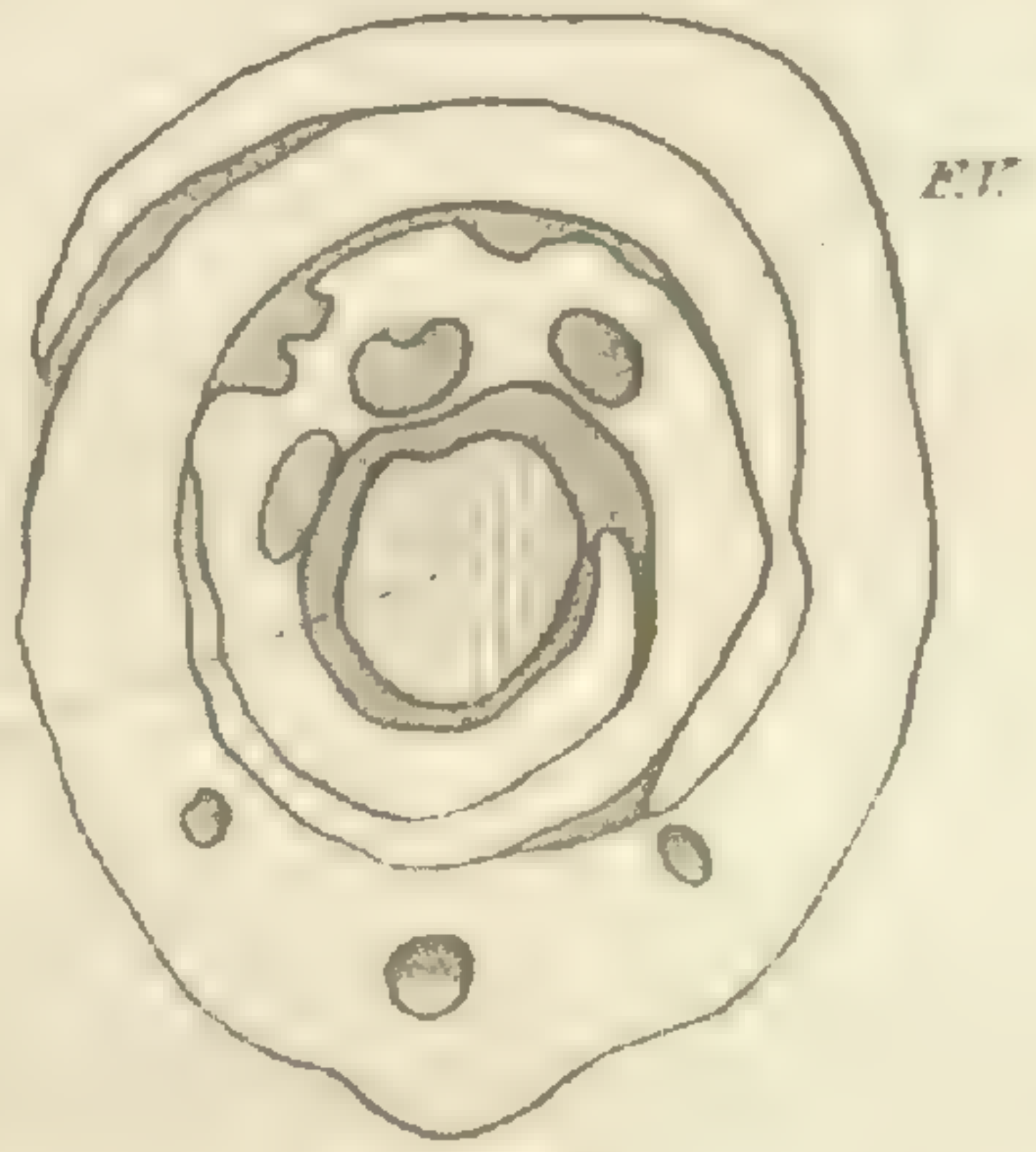


Fig. 17 b.

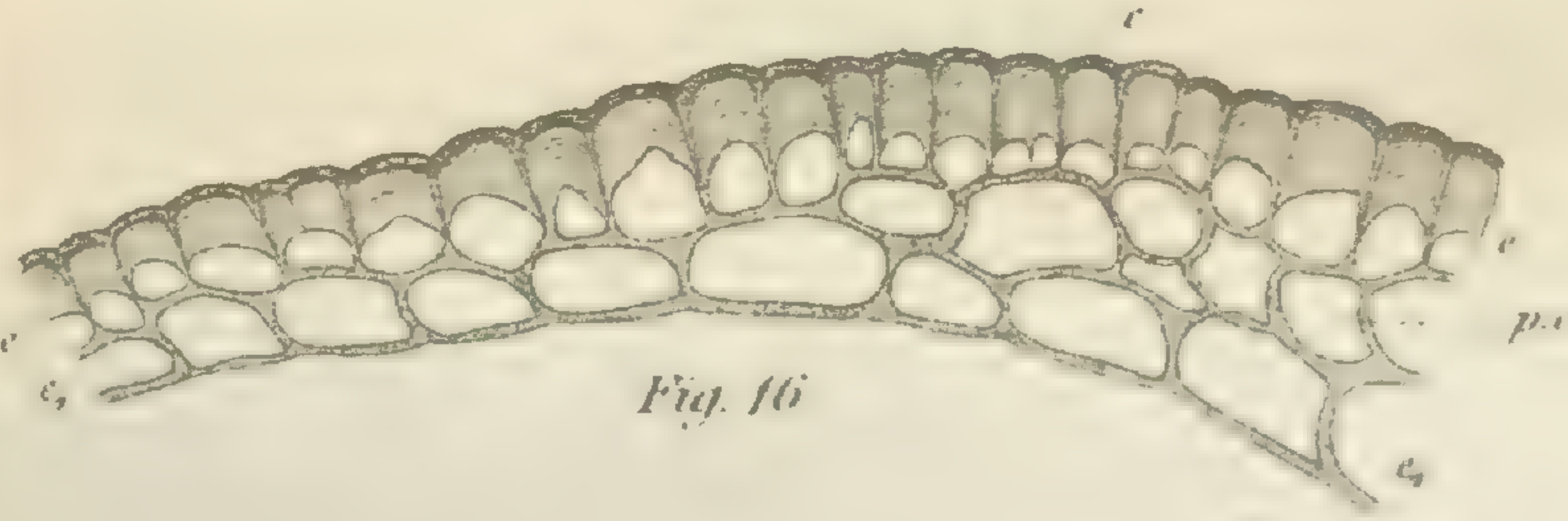


Fig. 16.

J. de Klercker ad nat del

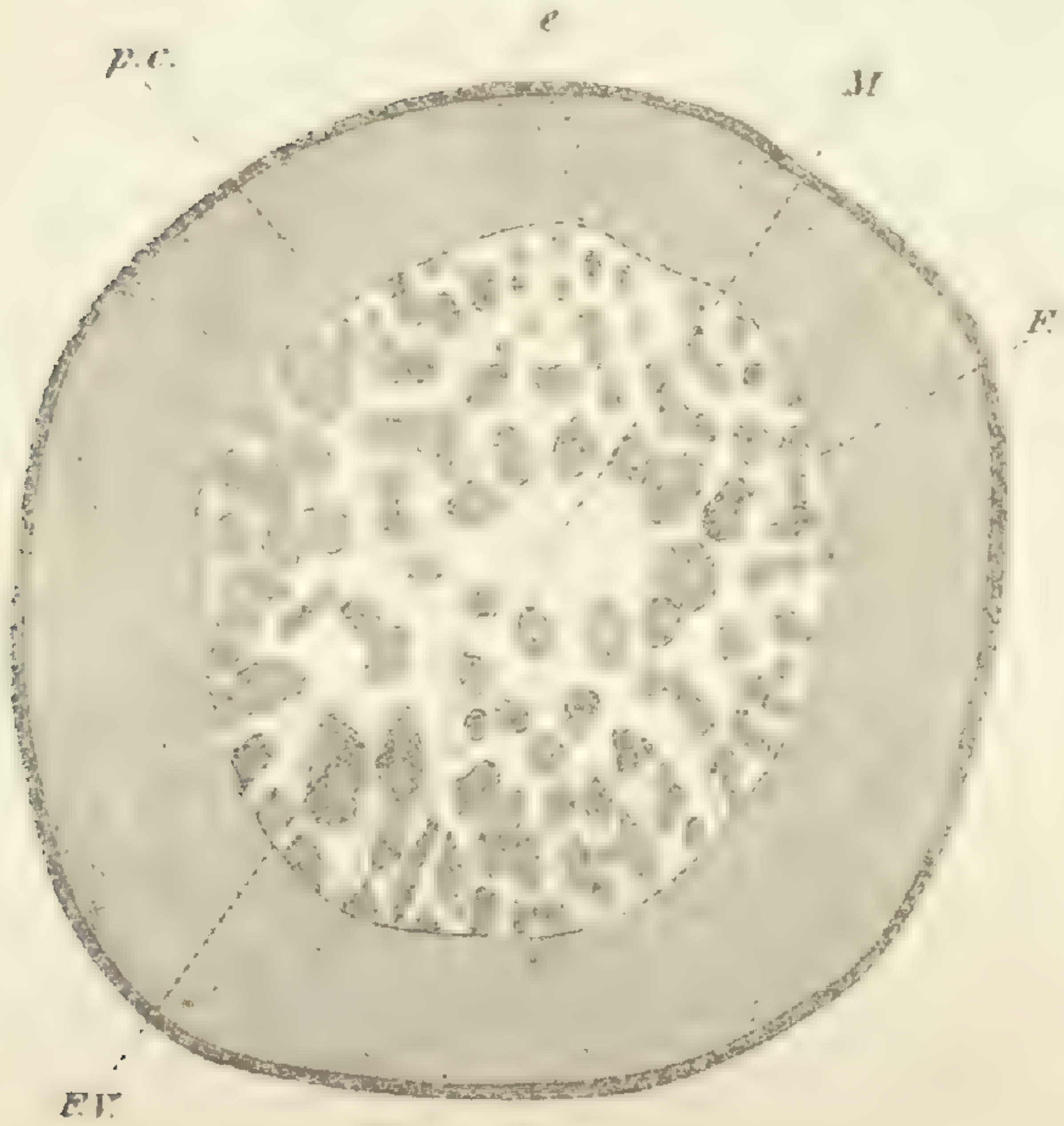


Fig. 18.

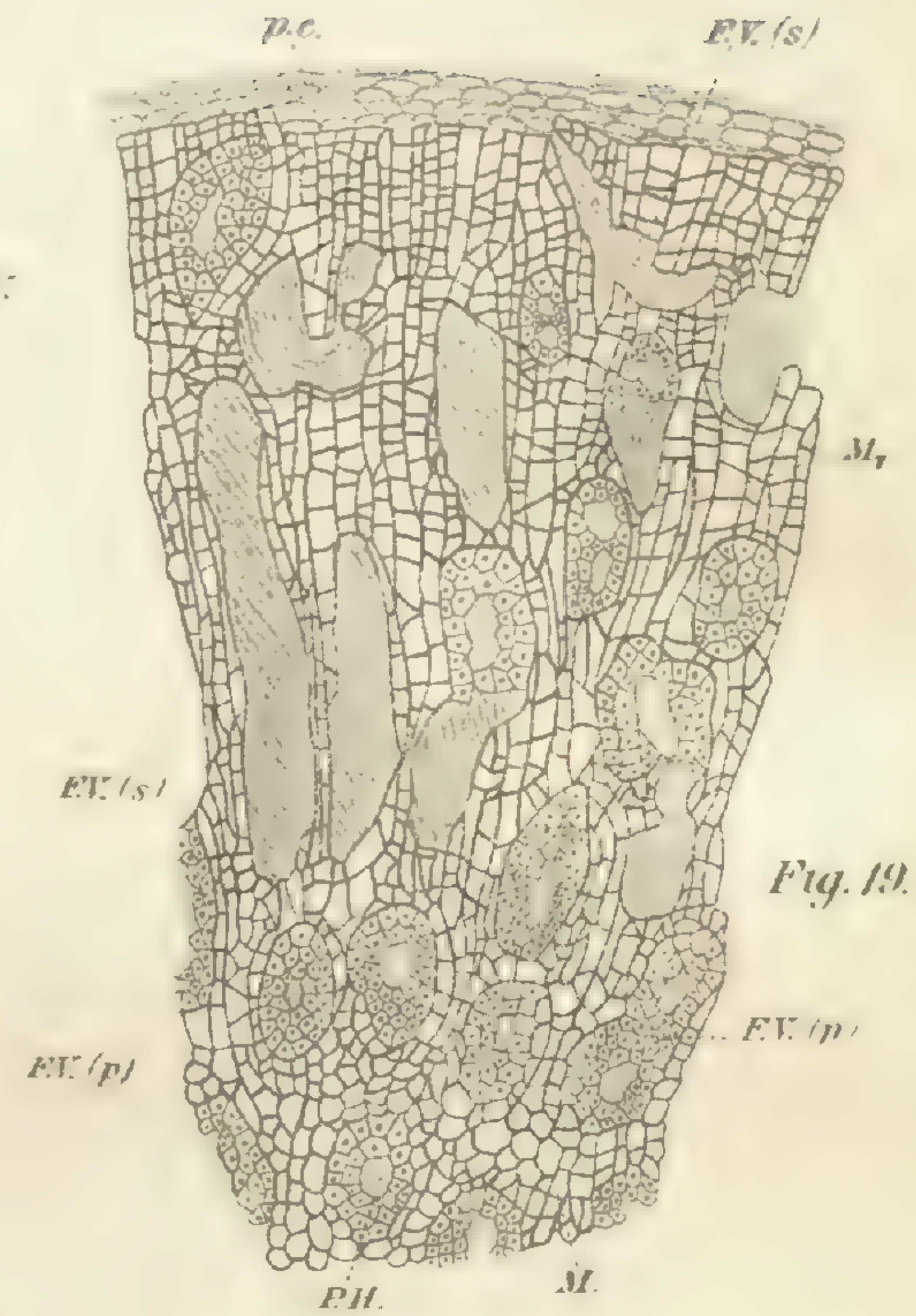

p.e.
F.V. (s)
M_1
F.V. (s)
F.V. (p)
F.V. (p)
P.H.
M.

Fig. 19.

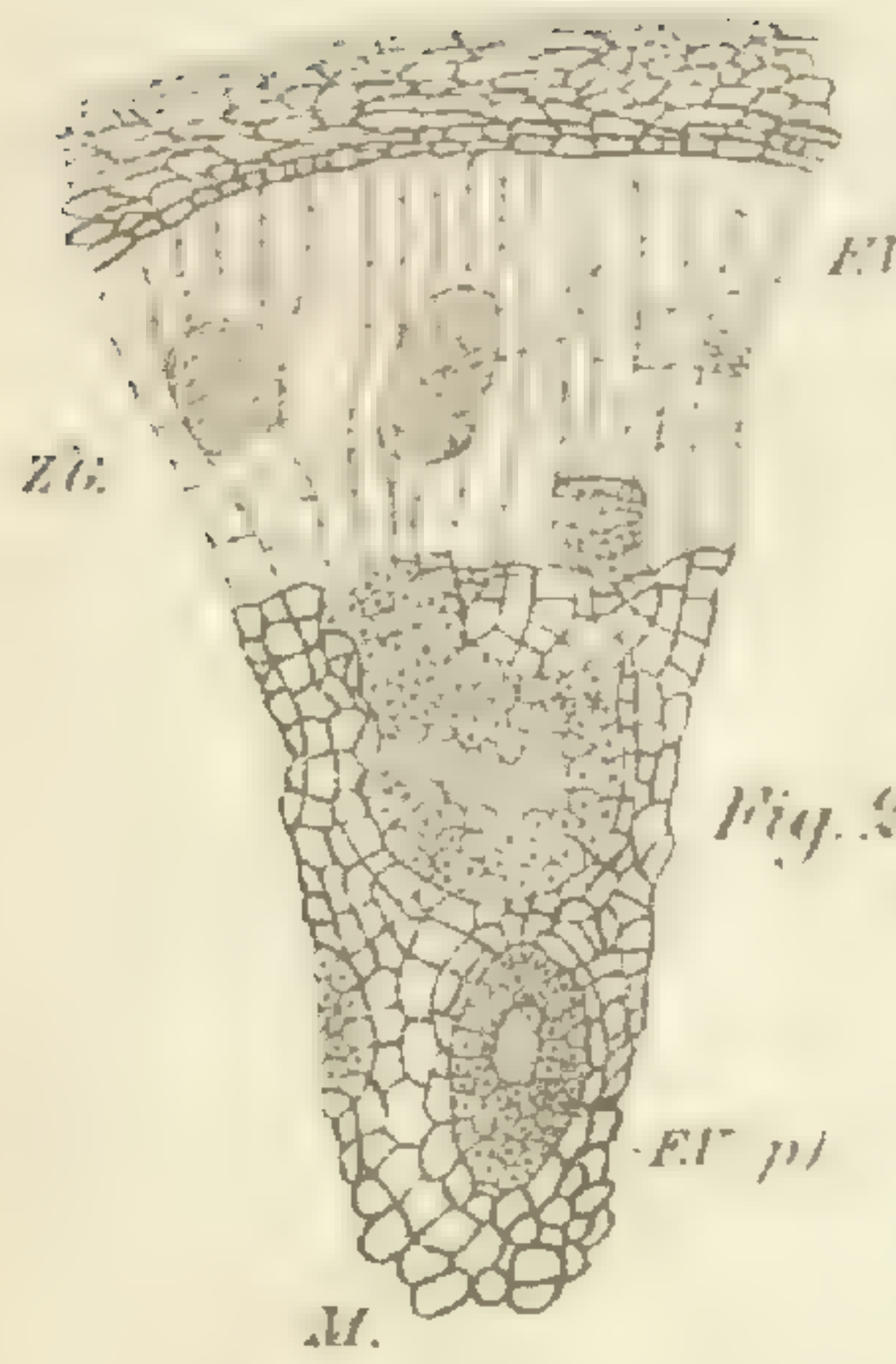


Fig. 20.

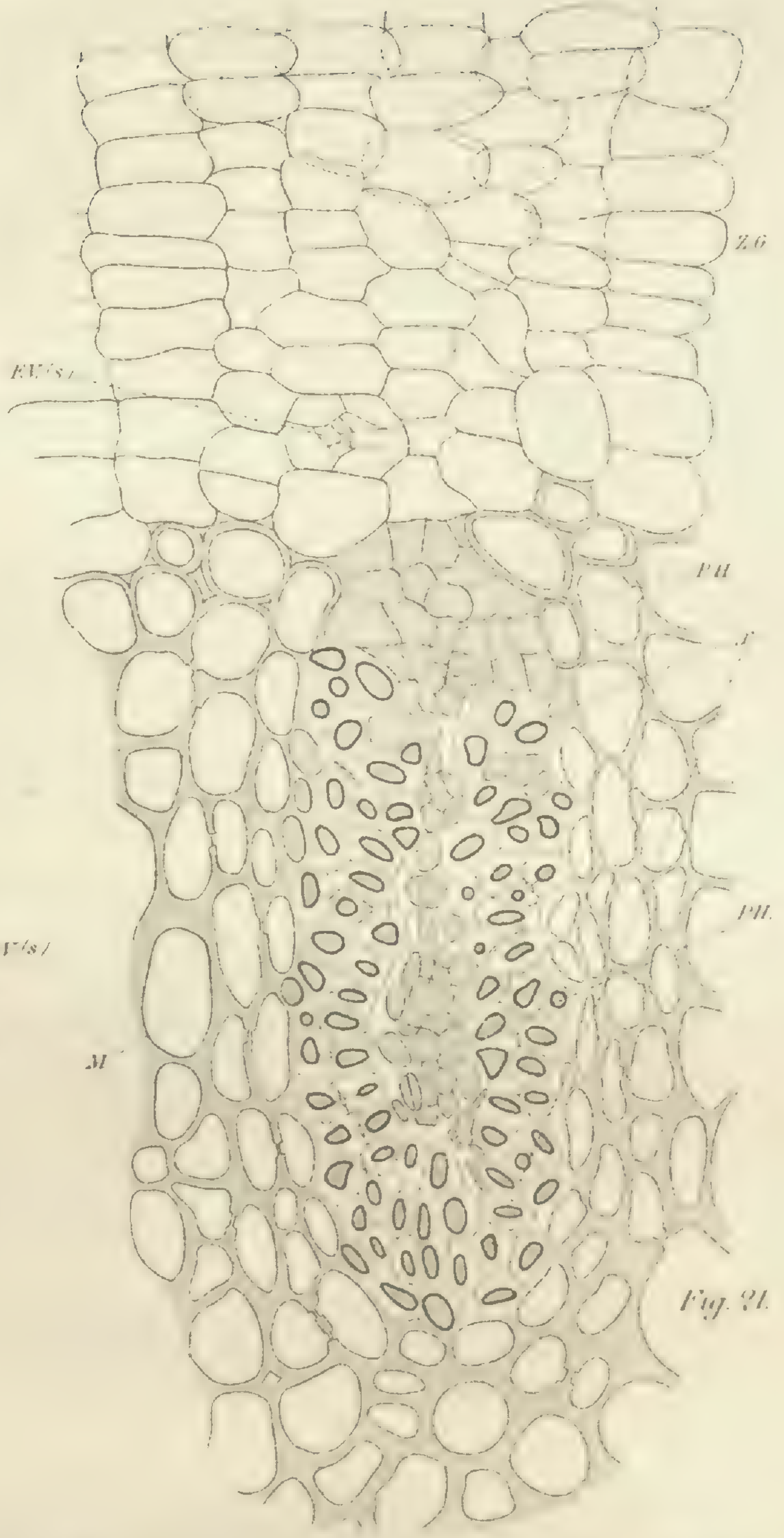

Z.G.
F.V. (s)
P.H.
F
P.H.
M

Fig. 21.

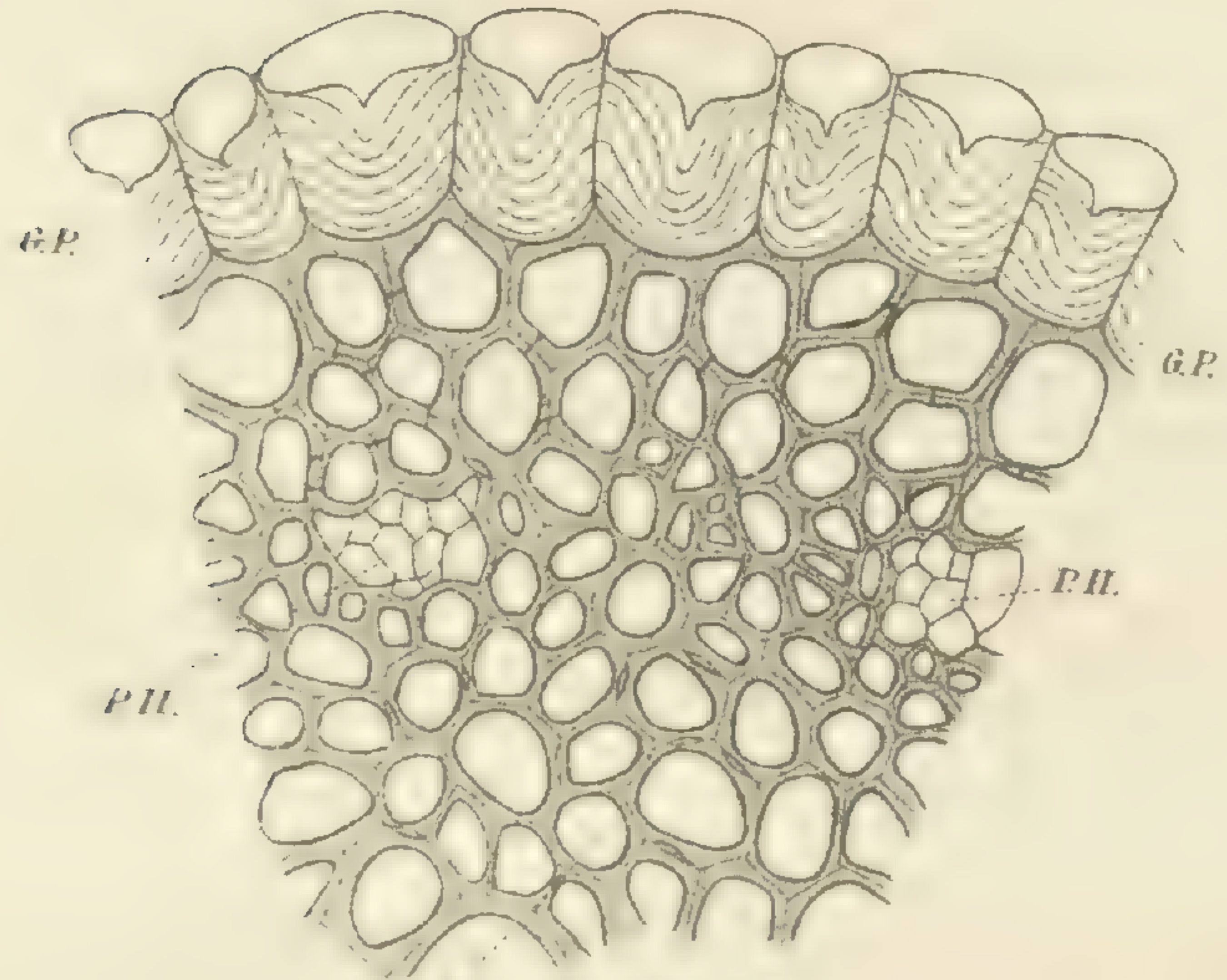


Fig. 25.

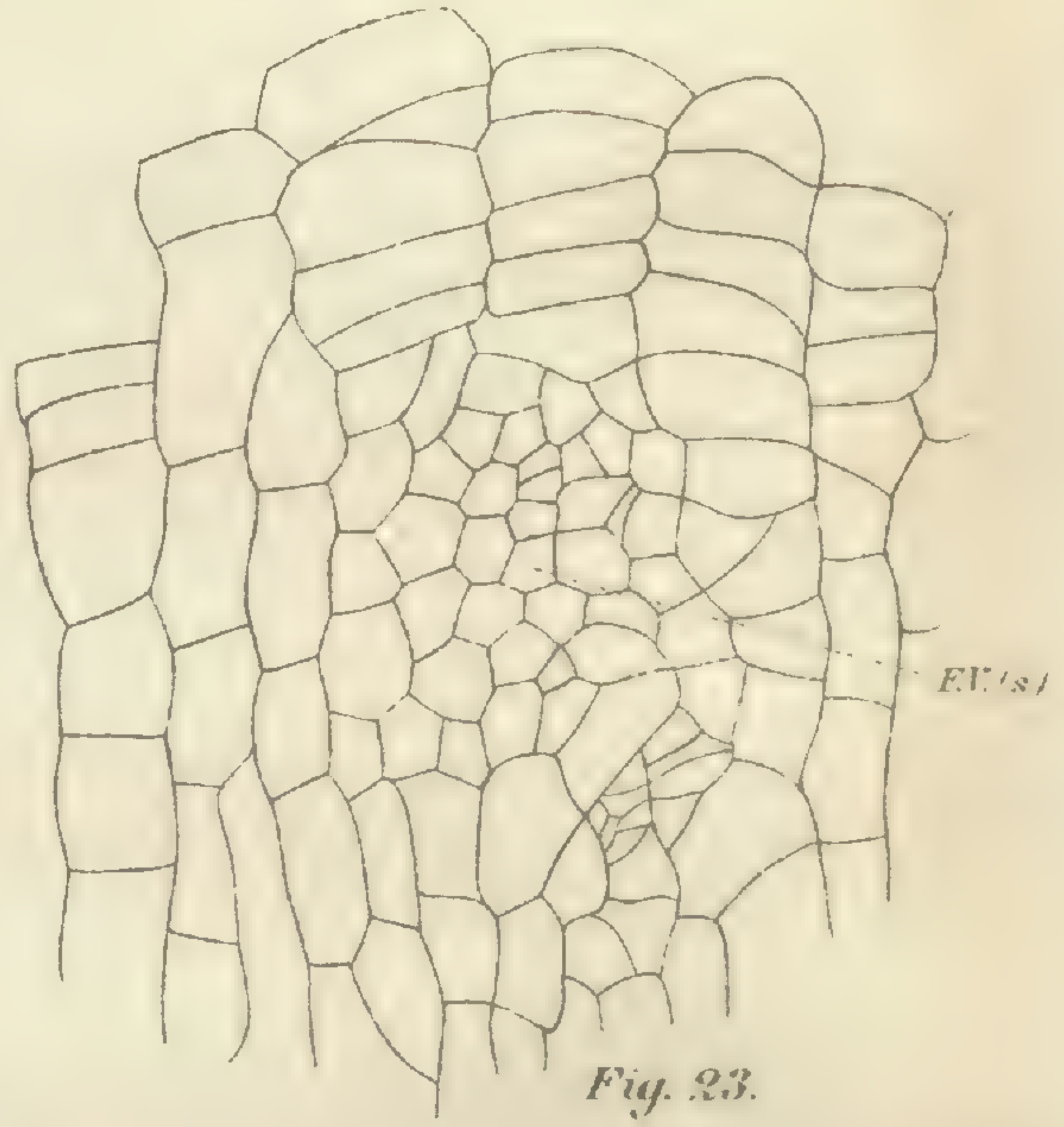


Fig. 23.

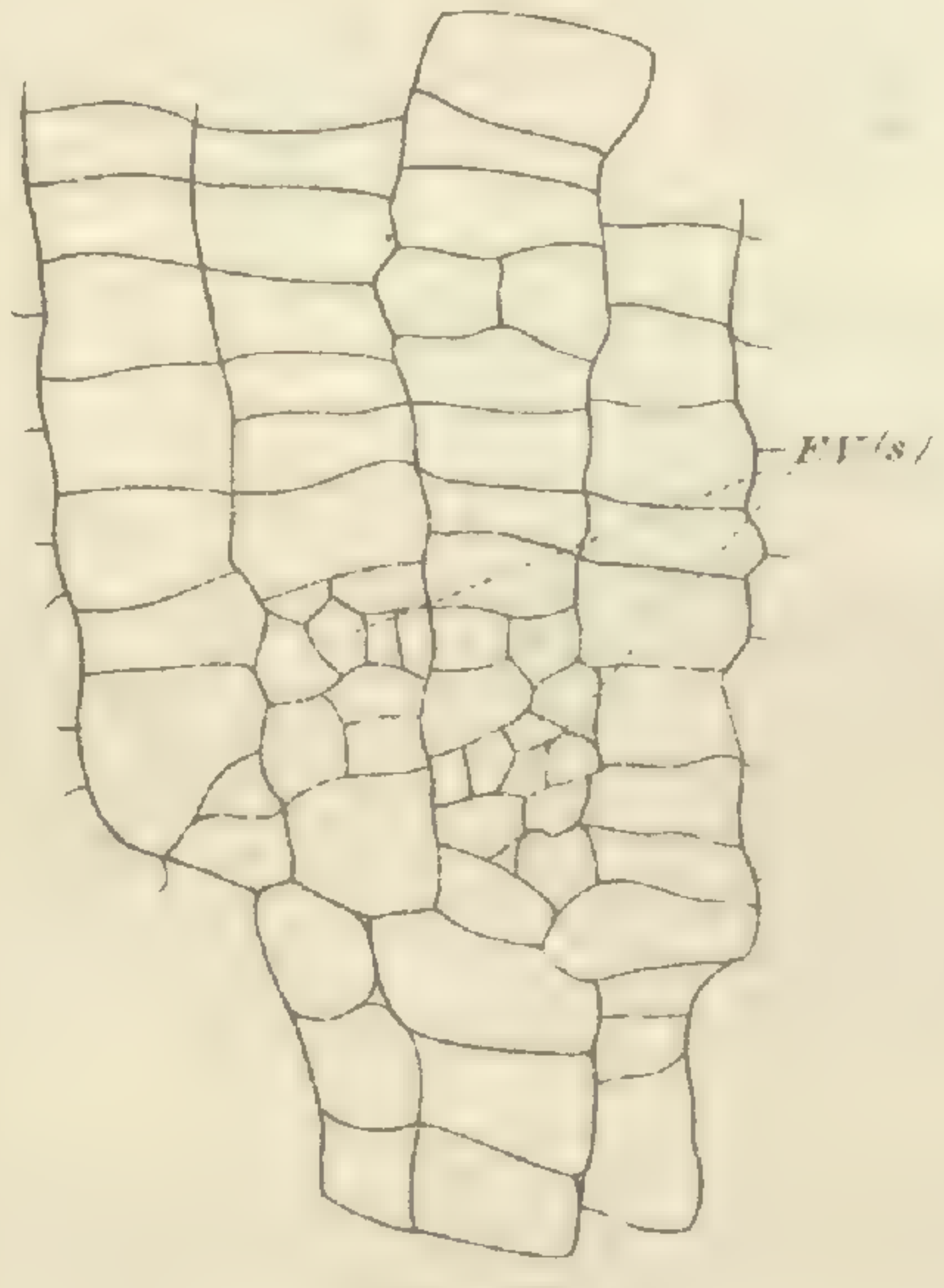


Fig. 22.

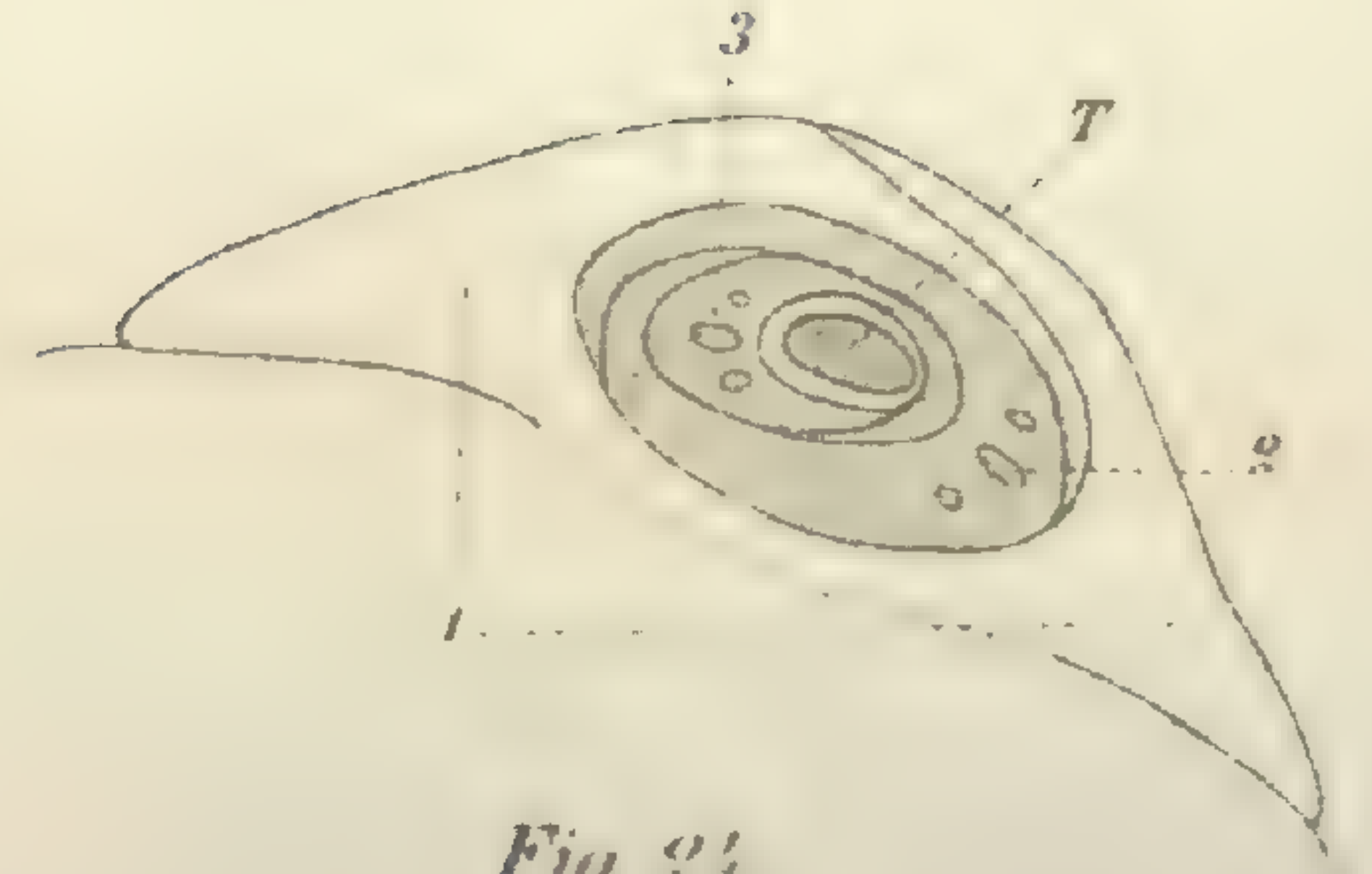


Fig. 24.

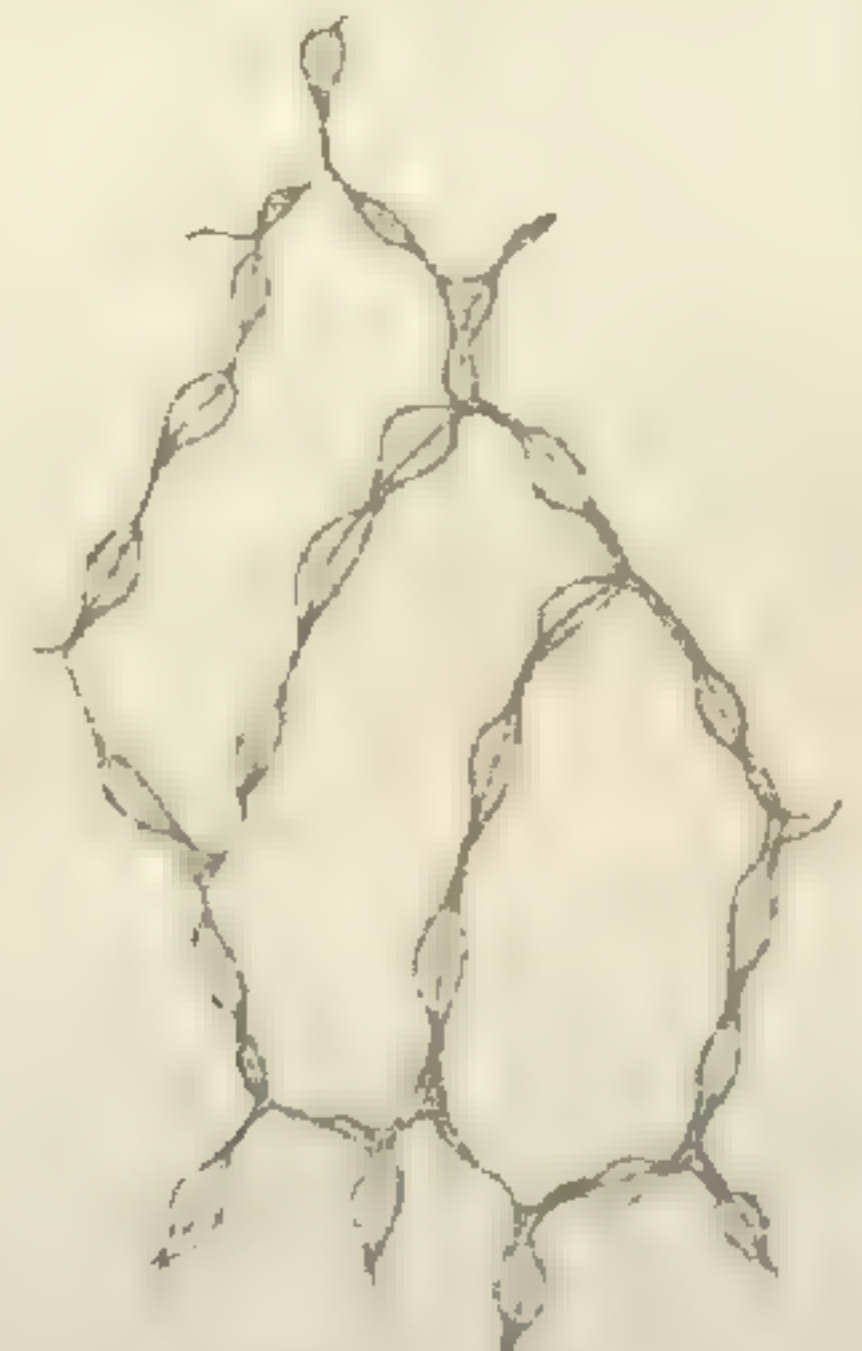


Fig. 26.

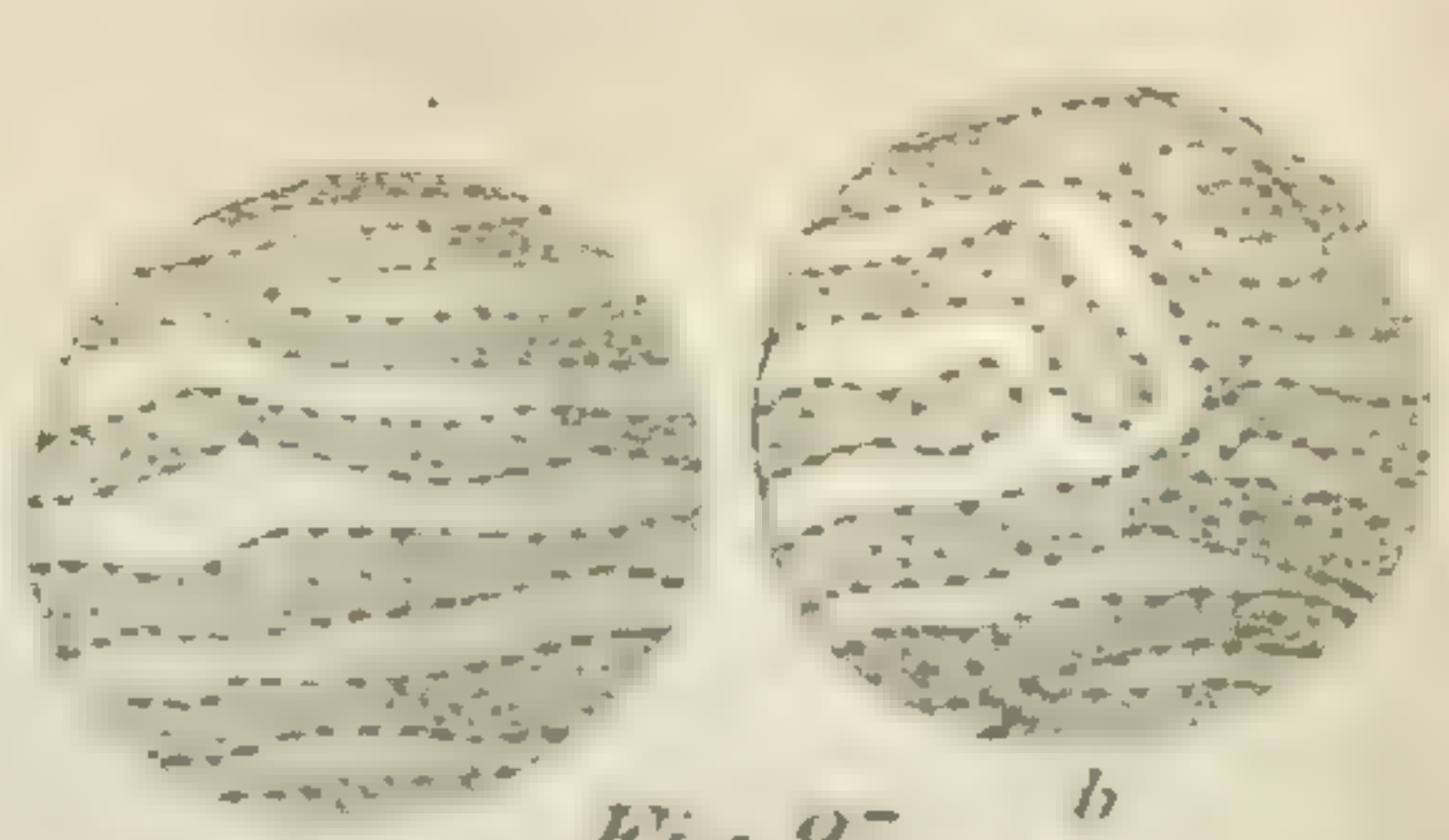


Fig. 27.

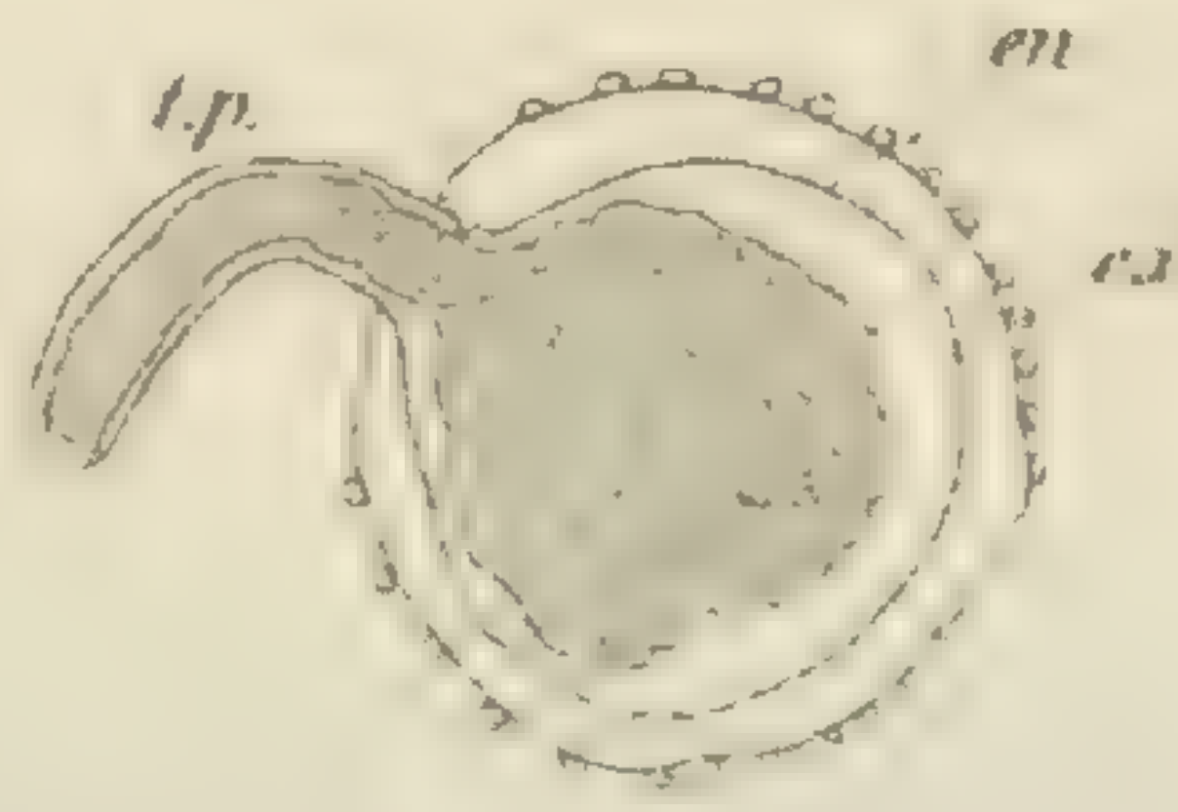


Fig. 28.

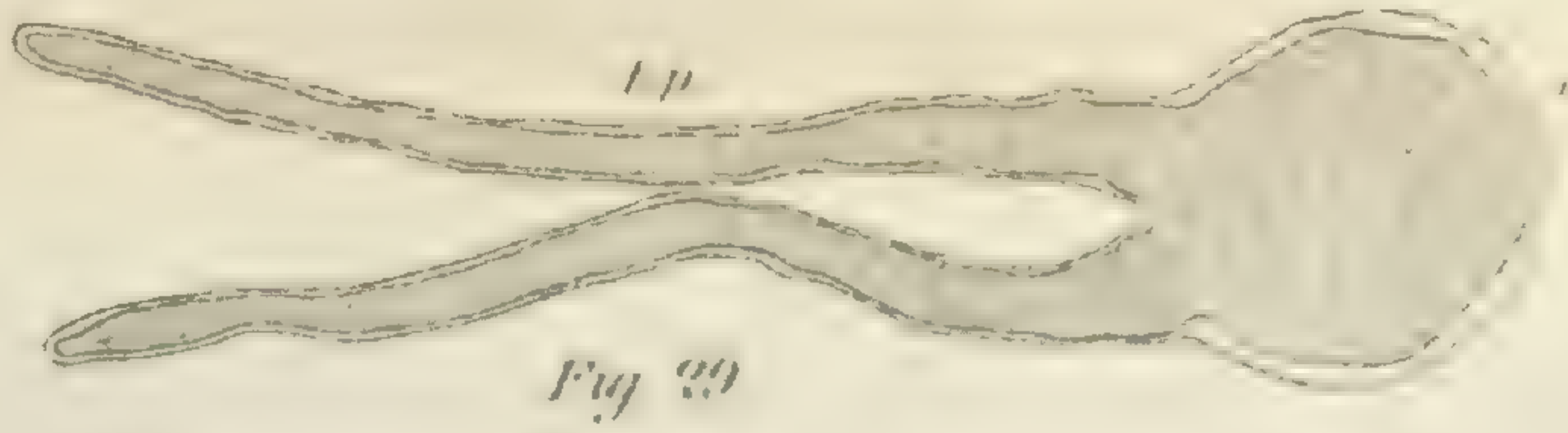


Fig. 29.

BIHANG TILL K. SVENSKA VET.-AKAD. HANDLINGAR. Band. 8. N:o 7.

SUR LA
VARIATION DIURNE DE LA FORCE DU VENT

PAR

H.-E. HAMBERG.

3.

AVEC PLANCHE.

MÉMOIRE COMMUNIQUÉ
A L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES DE SUÈDE LE 14 MARS 1883.

STOCKHOLM, 1883.
KONGL. BOKTRYCKERIET.
P. A. NORSTEDT & SÖNER.

INTRODUCTION.

Le phénomène qu'on désigne sous le nom de variation diurne de la force du vent, n'a guère été étudié que dans ces dernières années. On se contentait de la simple expérience, acquise depuis longtemps, que la force du vent augmente en général vers le milieu du jour et diminue à l'approche de la nuit. S'il se présentait parfois des écarts à cette règle, on les regardait comme fortuits ou bien comme des «caprices du vent».

L'attention des météorologistes semble, un certain temps, avoir été absorbée par les lois récemment découvertes qui régissent les tempêtes et les mouvements de l'atmosphère. C'est seulement après s'être faits aux idées nouvelles et avoir trouvé peut-être que le nouveau champ ouvert à la science était plus difficile à étudier qu'on ne l'avait pensé d'abord, que les météorologistes ont reporté leur attention sur les phénomènes périodiques, diurnes et annuels, dans l'espoir d'y trouver la solution de plus d'une énigme météorologique.

Ce que nous venons de dire nous paraît devoir s'appliquer surtout aux phénomènes dont nous allons nous occuper ici, après en avoir fait l'objet de deux Mémoires [1]) que nous avons eu l'honneur de soumettre à l'Académie.

Lex travaux publiés sur cette matière sont peu nombreux; sauf de rares exceptions, il n'a rien paru d'important avant 1875 ou 1876, mais depuis lors, plusieurs météorologistes se sont voués avec un vif intérêt, — presque en même temps et souvent indépendamment les uns des autres, — à ce nouveau champ d'études.

La méthode qui s'offre le plus naturellement à l'esprit pour étudier la variation diurne de la force du vent, consiste à calculer les moyennes des différentes heures du jour pour les mois, les saisons et l'année entière. Dans la plupart des localités étudiées, la période diurne, déterminée de cette façon, s'est montrée passablement uniforme, quoique plus ou moins accentuée: elle accuse, au moins pendant les mois de l'été, un maximum immédiatement après midi et un minimum pendant la nuit.

---

[1]) Sur la variation diurne de la force du vent, dans le Bihang till K. Vetenskaps-Akademiens Handlingar, Vol. 5, n:o 24 (1880) et Vol. 6, N:o 5 (1881).

On a parfois signalé, il est vrai, de légers écarts dans cette marche générale du phénomène. Par exemple, pour nous en tenir aux régions tempérées, le savant directeur de l'Institut météorologique de Vienne [1]), M. HANN, a montré pour cette capitale et en toute saison un maximum secondaire à minuit ou peu avant: pendant l'été et en automne, il est relativement grand et ne se distingue du maximum principal que de 0,8 m. par seconde. M. CLEMENT LEY [2]) en a observé un, bien que très faible, dans les stations intérieures de la Grande Bretagne pendant l'été. Le professeur RAGONA [3]) a signalé plusieurs de ces maxima secondaires pour Modène; ils ne sont pas très accentués en été; mais en hiver ils dépassent même le maximum principal, de sorte que pendant la saison froide, la force du vent y est plus intense immédiatement après minuit et plus faible dans l'après-midi. [4]) Cependant, il faut le dire, le maximum nocturne ne paraît pas être en rapport avec la situation des stations dans l'intérieur des continents, car d'autres localités continentales, Cracovie, [5]) Paris, Noukouss, Upsal, Lansing (Mich.) [6]) ne présentent pas de ces maxima secondaires, sinon d'extrêmement faibles.

Aux différents mois de l'année, cette période diurne semble en général avoir son plus grand développement pendant la saison chaude. Si nous calculons la différence entre le maximum et le minimum diurnes pour chacun des mois de l'année, nous trouvons par exemple pour Upsal [7]) (en mètres par seconde):

---

[1]) HANN, Die tägliche Periode der Geschwindigkeit und der Richtung des Windes. Aus dem LXXIX Bande der Sitzb. der K. Akad. der Wiss. II Abth. Jänner-Heft. Jahrg. 1879. p. 10—11.

[2]) Quarterly Journal of the Meteorological Society, Vol. III, p. 234.

[3]) Andamento diurno e annuale della velocità del vento. Modena 1878.

[4]) Rome présente aussi en hiver un indice de maximum secondaire pendant la nuit. Voyez P. A. SECCHI, Sulla velocità del vento, Roma 1876. [Atti dell' Accad. Pont. de' Nuovi Lincei A. XXIX.]

[5]) Zeitschrift d. österr. Ges. für Meteorologie 1879, p. 383.

[6]) The principal meteorological conditions in Michigan 1880.

[7]) Déduite du tableau 1 de M. HJELTSTRÖM, Sur la variation diurne de la vitesse du vent (thèse de doctorat en suédois). Upsal 1877.

	Max.—Min.		Max.—Min.
Janvier	0,6.	Juillet	2,7.
Février	0,7.	Août	2,3.
Mars	1,5.	Septembre	1,8.
Avril	2,5.	Octobre	1,4.
Mai	2,9.	Novembre	0,8.
Juin	2,7.	Décembre	0,5.

On voit que ces différences croissent vers l'été et diminuent vers l'hiver; mais même cette règle n'est pas exempte d'exceptions. A Vienne, les différences correspondantes sont: ¹)

	Max.—Min.		Max.—Min.
Janvier	0,9.	Juillet	0,9.
Février	1,8.	Août	1,9.
Mars	2,7.	Septembre	1,9.
Avril	2,2.	Octobre	1,5.
Mai	1,6.	Novembre	0,7.
Juin	1,3.	Décembre	1,2.

Ici, les différences pour Juin et Juillet sont aussi petites qu'en Décembre et en Janvier, et, déjà au mois de Mars, elle est plus grande que pour tout autre mois.

Il y a plus. La force du vent dans des localités élevées ²) suit une marche diurne bien singulière. A juger d'après les rares séries d'observations qu'on possède jusqu'à présent — elles n'embrassent qu'un nombre restreint de données — cette période semble presque se comporter d'une manière diamétralement opposée à celle qu'on observe à la surface du sol.

Une question qui se rapporte intimement à celle qui nous occupe est celle de la variation diurne périodique de la direction du vent. Les recherches à cet égard ont à déterminer pour les diverses composantes de vent, et leur fréquence et le chemin qu'elles ont parcouru pendant les différentes heures de la journée. Ces recherches, entreprises pour plusieurs localités par OSLER, HANN, RUNDELL, RAGONA et plusieurs autres, ont amené des résultats d'un très grand intérêt.

Nous ne pouvons entrer ici dans le détail de ces travaux, ce serait nous entraîner trop loin; d'ailleurs, sans contester leur extrême importance, nous pouvons dire qu'ils ne touchent

---

¹) Déduites du tableau 1 a, page 72, du mémoire cité de M. HANN.

²) Dr G. HELLMAN. Zeitschrift d. österr. Ges. für Meteorologie. Bd X, N:o 20. Voyez aussi J. HANN, Mém. cité, page 64.

pas directement le phénomène que nous nous proposons d'étudier ici.

Dans notre premier mémoire sur cette question, nous avons communiqué le résultat de nos calculs sur la variation diurne de la force des différents vents pour un grand nombre de localités en Europe et dans d'autres continents. La conclusion générale de ces calculs nous amenait à dire que, dans la zone tempérée, tous les vents ont en été leur maximum de force une des premières heures de l'après-midi avec de légères divergences pour différents vents et pour différentes localités. Dans les régions chaudes, le phénomène se présente un peu différemment par suite des brises de terre et de mer ou d'autres influences analogues. Le professeur HANN, dans le mémoire cité plus haut, qu'il publia peu avant le nôtre, était arrivé au même résultat pour Vienne et quelques autres endroits. Un calcul analogue, fait par M. DESCROIX ¹) à l'occasion de nos recherches, amena la même conclusion pour Paris. Il a trouvé que les vents du N. et du NE. ont leur plus grande force vers 3 heures de l'après-midi, les autres vents entre 1 et 2. D'après nos calculs, en revanche, le vent du N. à Perpignan devrait atteindre son maximum de force une ou deux heures avant les vents d'E. et de NO. A Noukouss, le vent d'E. devrait présenter sa plus grande force plus tôt que les autres. ²)

Madrid présente une remarquable exception à la règle que nous venons de donner, d'après laquelle tous les vents ont une variation diurne passablement identique au point de vue de la force. M. HELLMAN ³) a prouvé en effet que le vent d'E. y est plus faible dans l'après-midi, plus fort la nuit et le matin. Il a trouvé que cela s'applique également à Coimbra.

On a de plus remarqué que cette période diurne est plus fortement accentuée par un temps clair que par un ciel couvert. M. le D^r^ SPRUNG ⁴) a observé que cette différence est extrêmement sensible à Swinemünde, station de l'Allemagne du Nord. Nous avons bien trouvé ⁵) que cette influence de la quantité de

---

¹) Annuaire de l'Observatoire de Montsouris pour 1882, p. 343—350.

²) M. DESCROIX, à en juger par un passage de son travail, ne paraît pas avoir remarqué que nous avons signalé de petites différences dans la marche des vents.

³) Zeitschrift d. österr. Ges. für Meteorologie. Bd XII, 1877, p. 245.

⁴) SPRUNG, Studien über den Wind und seine Beziehungen zum Luftdruck. Aus dem Archiv der deutschen Seewarte 1879, p. 7.

⁵) Voyez notre mémoire N:o 2, p. 29—42.

nuages varie un peu suivant les endroits, mais qu'elle est toujours subordonnée à l'action d'un autre facteur auquel nous reviendrons plus loin.

La répartition des jours d'observation en certains groupes pour déterminer les périodes diurnes de chacun d'eux, nous semble mieux servir à la connaissance du phénomène que la méthode ordinaire. Celle-ci, qui prend les moyennes générales des mois et des saisons, ne nous paraît pas devoir être préférée, même si, à l'aide des formules de Bessel l'on cherche, à déterminer de la manière la plus minutieuse les heures et les minutes des extrêmes principaux ou secondaires. Mais il faut, en suivant la voie que nous recommandons, procéder avec beaucoup de circonspection pour éviter des conclusions erronées. Il est nécessaire, en effet, lorsqu'on groupe les jours à un certain point de vue, par exemple d'après leur quantité diverse de nuages, de s'assurer qu'ils sont à peu près semblables à tous les autres égards: autrement on ne peut jamais être certain que les différences trouvées soient exclusivement causées par le facteur dont on voulait connaître l'influence et non par d'autres actions simultanées, inconnues, et plus ou moins puissantes. C'est justement cette voie que nous avons suivie dans nos recherches. Nous avons divisé les éléments recueillis en une foule de groupes à divers points de vue. Nous bornerons ici à indiquer quelques-uns des principaux résultats, renvoyant pour les détails à nos précédents mémoires.

Ainsi, nous avons trouvé pour Upsal que, si l'on groupe les jours suivant la force du vent (soit le maximum, soit la moyenne diurnes), non-seulement une période diurne distincte se manifeste par un temps de vent et de tempête — qu'il soit clair ou couvert —, mais qu'en moyenne elle est même plus fortement accentuée pendant les jours où le vent est fort que pendant ceux où il est faible, même si ces derniers sont sans nuages. Cette augmentation de la force du vent vers les midi, mesurée par la différence entre les extrêmes — nous l'avons appelée amplitude suivant l'usage —, croît par conséquent avec la force même du vent. L'influence de la quantité de nuages sur le phénomène, importante en soi, est de beaucoup inférieure à cette action de la force même du vent.

Dans notre second mémoire, nous avons montré que ce qui vient d'être dit d'Upsal s'applique aussi à d'autres localités comme Saint-Pétersbourg, Noukouss, Makerstoun, Halifax

N. S. et aux stations allemandes de Hambourg, Keitum, Swinemünde, Neufahrwasser, considérées comme une seule et même station. Un seul endroit selon nos recherches, Vienne, présente une divergence à cet égard.

Sur la question qui nous occupe, nous avons le regret d'être en désaccord avec le savant directeur de l'Institut météorologique de Vienne [1]) qui professe une opinion contraire à la nôtre; aussi chercherons-nous à faire ressortir avec une nouvelle évidence la thèse que nous défendons dans les pages qui vont suivre.

Nous terminerons ce rapide aperçu en disant que M. CLEMENT LEY [2]) et d'autres encore ont étudié la relation qui existe entre la force du vent et le gradient barométrique; ils l'ont trouvée différente suivant les saisons. En effet, le vent est en moyenne plus fort en été qu'en hiver pour le même gradient barométrique. Une variation diurne périodique de quelque importance ne paraît pas avoir lieu, autant qu'on sache jusqu'à présent, dans la valeur du gradient.

Par suite de la variation diurne de la force du vent, le rapport entre cette force et le gradient doit donc varier dans le cours de la journée. Si notre résultat, exposé plus haut, est exact, — ce qui ne fait pour nous l'ombre d'aucun doute — ce rapport doit être encore moins déterminé. En effet, nous avons montré et montrerons encore dans ce qui suit, qu'en été par un temps de tempête,[3]) la force du vent à midi ou peu après peut être dans une foule de localités à nos latitudes [4]) en moyenne de 50 à 100 pour cent plus grande que pendant la nuit.

On a cherché à expliquer le phénomène qui nous occupe bien avant qu'on ne le connût aussi bien qu'aujourd'hui. Ces explications n'ont pas résisté à la découverte de nouveaux faits; l'une des plus récentes est fournie par M. le D^r^ KÖPPEN: [5]) nous avons exprimé nous-mêmes dans nos mémoires des vues qui s'accordent en partie avec les siennes. Le dernier essai d'explication, à notre connaissance, est dû à M. R. ABERCROMBY.[1]) Il nous semble cependant que dans l'état actuel de la question, les théories sont moins nécessaires que l'exposition de faits bien établis.

---

[1]) Zeitschrift der österr. Ges. für Meteorologie. Bd XVII, 1882, p. 24.

[2]) Quarterly Journal of the meteor. soc. Vol. III (new series) p. 232.

[3]) Soit qu'on entende par là des jours avec un grand maximum ou bien avec une force moyenne (élevée) de vent.

[4]) Par exemple Upsal, Pétersbourg, Noukouss, Bruxelles, Halifax, Aberdeen, Kew, Glascow, Falmouth, Stonyhurst etc.

[5]) Zeitschrift der österr. Ges. für Meteorologie. Bd XIV, 1879, p. 343

Dans notre première partie, nous nous étendrons avec plus de détails sur le résultat contesté par le professeur HANN et nous ajouterons aux données de nos mémoires précédents les résultats tirés des stations anglaises. La seconde partie traitera de la période diurne de la force du vent à Upsal pendant l'hiver, question que nous n'avons pas traitée précédemment. La troisième partie fournira pour différentes localités le résultat des calculs sur la fréquence des tempêtes et des vents forts, ainsi que des vents faibles et des calmes aux différentes heures de la journée et pour tous les mois.

I.

Dans sa critique la plus récente sur nos recherches (voyez p. 8 de notre Introduction), le savant directeur de la revue viennoise semble nous reprocher de nous être servi d'un trop petit nombre d'observations. Or, nous avons fait usage d'environ *cent mille* observations, que nous avons groupées et classées d'une foule de manières. Dans quelques cas très spéciaux, il est vrai, le nombre des jours a parfois été peu considérable, mais le résultat en a partout été confirmé par d'autres groupes analogues.

M. HANN remarque ensuite qu'en prenant pour mesure de la variation diurne le quotient $\frac{\text{max.}}{\text{min.}}$ et non la différence max.—min. comme nous l'avons fait, on trouverait un résultat contraire au nôtre. Or, là n'est pas la question en litige. Si nous remontons à la source de notre polémique avec le savant professeur de Vienne (page 15 de son mémoire), nous trouvons que dans le texte aussi bien que dans le tableau tiré de la thèse de M. HJELTSTRÖM sur lequel il s'appuie, le mot *amplitude* est pris dans le sens de max.—min. Il est aisé de voir d'ailleurs que les chiffres cités d'après M. HJELTSTRÖM n'autorisent nullement à conclure que »je kleiner die mittlere Windstärke, um so grösser ist im allgemeinen die tägliche Periode derselben, wie dies auch der Gang bei hohen Luftdruck zeigt, der freilich auch von heiterer Witterung begleitet ist».

---

[1]) Quarterly journal of the meteor. soc. Vol. VIII (new series) 1882, p. 213.

Un passage que nous n'avons pas relevé dans M. HJELTSTRÖM (p. 26) dit tout le contraire: «l'amplitude (max.—min.) est un peu *moindre* par une haute pression que par une basse». [1]) D'après son tableau XXI, les valeurs respectives sont de $2^m,66$ et $3^m,04$ par seconde. Cela s'accorde parfaitement avec notre résultat, car par une basse pression atmosphérique, la force moyenne du vent est plus grande que par une haute pression, quand même la méthode employée pour ce calcul laisse à désirer. [2])

La crititique la plus importante peut-être que nous porte notre honorable contradicteur, c'est que notre méthode de grouper les jours d'après la force max. du vent n'offre pas suffisamment de garanties d'exactitude. Il serait plus juste de les grouper d'après la force moyenne diurne du vent; et la divergence que nous avons trouvée pour Vienne [3]) proviendrait justement de ce que nous avons employé cette dernière méthode «exacte» pour la capitale de l'Autriche et la première pour les autres localités.

Au début de nos calculs, nous avons bien vu que la méthode présentait un point faible, mais seulement, comme nous l'avons bientôt remarqué, pour les groupes de jours à force max. du vent peu élevée, puisque ce n'est que pendant ces jours-là que la force du vent s'abaisse souvent jusqu'à 0 pendant la nuit. Or, la raison pour laquelle cette méthode fut choisie est bien simple; sauf pour Vienne et deux ou trois autres localités, on ne possède pas de moyennes diurnes, et c'eût été un travail d'Hercule que de les chercher. Cependant, pour contrôler la valeur de la méthode, nous avons fait plusieurs calculs suivant les deux procédés. Les résultats s'accordèrent. Seulement les différences (max.—min.) furent en général un peu moindres, lorsque les groupes étaient formés d'après les moyennes diurnes, que d'après les maxima, ce qui est naturel. M. HANN n'a peut-être pas remarqué que dans notre premier mémoire, il y a des tableaux (III et V) calculés pour Upsal d'après les deux méthodes. Nous en donnerons ici un extrait avec quelques additions. Les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre de jours de chaque groupe. Pour abréger, nous n'enregistrons que les heures impaires.

---

[1]) Voici les termes mêmes de l'original: »amplituden är något mindre i förra (vid högt lufttryck) än i senare fallet» (lågt).

M. HJELTSTRÖM veut expliquer ce fait par l'action de la quantité de nuages, «qui, par une haute pression atmosphérique, est faible et peu variable, mais grande et variable par une basse pression». Son assertion comme son explication est, on le voit, diamétralement *opposée* à ce que cite le texte de M. HANN. Tous les deux s'appuient pourtant sur le même travail, celui de M. HJELTSRÖM. Pour nous, il est évident que ni l'un ni l'autre ne donnent aux chiffres en question leur véritable interprétation.

[2]) Cf. notre mém. 2, p. 43—44.

[3]) Voir notre mém. 2 p. 39—42.

Tab. I. *Marche diurne de la vitesse du vent à Upsal en mètres par seconde.*

Heures.	Jours à force maximum du vent de 3—4 mètres etc. par seconde:				Jours à force moyenne du vent de 1—2 mètres etc. par seconde:			
	10—11. (15)	8—9. (31)	7—8. (73)	3—4. (53)	7—8. (19)	5—6. (21)	4—5. (48)	1—2. (40)
1 m.	4.4	3.6	3.1	1.1	5.5	4.2	2.6	0.8
3 »	5.5	3.7	3.1	0.9	6.2	4.1	2.9	0.6
5 »	6.4	4.3	3.7	1.1	6.7	4.3	3.1	0.6
7 »	7.7	5.5	4.3	1.8	8.0	5.6	3.9	1.2
9 »	8.2	6.2	5.2	2.4	8.6	6.4	5.1	2.0
11 »	8.7	6.8	5.7	2.5	9.1	6.8	5.6	2.1
1 s.	9.1	7.4	6.1	2.6	9.4	7.4	5.8	2.3
3 »	8.4	7.2	5.9	2.7	8.7	7.2	5.8	2.6
5 »	7.5	6.5	5.8	2.7	7.5	6.5	5.3	2.6
7 »	6.5	5.3	4.5	2.5	6.8	5.3	4.7	2.3
9 »	4.8	4.2	3.3	1.6	6.1	4.2	4.1	1.5
11 »	5.1	3.8	3.0	1.2	5.5	4.1	3.6	1.3
Max.—min.	4.3	3.8	3.1	1.8	3.9	3.3	2.7	2.0

Voici encore des tableaux (II et III) 1) calculés d'après la moyenne du vent et donnant le même résultat: *des différences* (max.—min.) *croissant avec la moyenne de la force du vent.*

M. HANN préconise une troisième méthode: il faudrait grouper les jours d'après la force moyenne du vent pendant *la nuit.* Mais tout d'abord, ce serait faire une anticipation

---

1) Il convient de rappeler ici que les chiffres ont une signification un peu différente suivant les stations, en ce que pour quelques-unes, savoir Upsal et Bruxelles, les tableaux indiquent la force du vent en moyenne pour l'heure à laquelle la valeur est inscrite, tandis que pour d'autres, comme les stations anglaises, Pétersbourg, Vienne, ces valeurs se rapportent à l'heure qui précède immédiatement.

Tab. II. *Marche diurne de la vitesse ou force du vent à Bruxelles et à Halifax, N. S.*

Heures.	Force moyenne diurne du vent en kilogrammes par pied carré anglais: Bruxelles.			Heures.	Vitesse moyenne diurne du vent en lieues anglaises par heure: Halifax.			
	1—2. (2)	0.5—1. (12)	0—0.5. (22).		20—25. (4)	15—20. (16)	10—15. (18)	5—10. (11)
0 m.	0.9	0.3	0.1	1 m.	16	15	9	7
2 »	2.0	0.3	0.0	3 »	21	15	9	7
4 »	1.0	0.3	0.1	5 »	18	13	9	7
6 »	1.2	0.5	0.1	7 »	23	15	9	6
8 »	2.1	0.8	0.1	9 »	26	15	10	7
10 »	2.7	0.9	0.1	11 »	29	17	13	8
midi	2.3	**1.1**	0.3	1 s.	**32**	20	15	9
2 s.	2.4	1.1	0.3	3 »	29	**22**	**16**	10
4 »	**3.3**	0.7	0.2	5 »	29	19	15	**11**
6 »	1.0	0.5	0.2	7 »	21	16	14	9
8 »	0.9	0.3	0.1	9 »	13	15	15	7
10 »	0.9	0.2	0.0	11 »	13	15	13	7
Max.—min.	2.4	0.8	0.3	Max.—min.	17	7	5	2

Tab. III. *Marche diurne de la vitesse du vent en kilomètres par heure à Pawlowsk et à Noukouss.*

Heures.	Vitesse moyenne diurne en kilomètres par heure:								
	Pawlowsk.				Noukouss.				
	20 etc. (4)	15—20. (24)	10—15. (18)	5—10. (22)	25—30. (4)	20—25. (12)	15—20. (15)	10—15. (21)	5—10. (20)
1 m.	16	13	11	7	22	16	10	9	6
3 »	18	14	11	8	22	14	11	9	5
5 »	18	14	10	7	26	14	11	9	5
7 »	18	16	11	6	24	18	14	11	6
9 »	21	19	11	7	31	25	18	14	9
11 »	23	21	14	8	31	29	20	15	10
1 s.	24	20	**16**	9	34	**30**	**22**	16	**12**
3 »	25	**21**	15	10	**41**	29	**22**	**17**	**12**
5 »	**27**	20	15	**10**	38	29	20	**17**	11
7 »	22	17	12	10	30	23	19	13	7
9 »	18	14	10	8	22	17	15	11	8
11 »	17	15	9	8	22	15	14	10	6
Max.—min.	11	7	6	4	19	16	10	8	7

du phénomène que de choisir un certain moment de la journée comme norme pour former les groupes, savoir celui où le minimum se présente habituellement. De plus, parmi tous les jours de tempête qui se montrent dans une localité, il y en a toujours un certain nombre — restreint si l'on veut — qui présentent des anomalies, c'est-à-dire qui atteignent leur maximum de force de vent pendant la nuit. Il en résulterait que des groupes des plus hauts degrés de force du vent, calculés d'après la méthode proposée, montreraient en moyenne, dans la marche diurne, un seul maximum ou tout au moins un maximum secondaire pendant la nuit. C'est aussi ce que nous avons trouvé en essayant la méthode proposée par M. Hann; or, le savant météorologiste voudrait moins que personne prétendre qu'une période diurne de ce genre fût caractéristique pour des tempêtes en général en été.

Mais si cette méthode n'est pas acceptable, il en est une autre qui n'anticipe pas même sur une période diurne de la force du vent. Elle consiste à grouper les jours d'après les différentes valeurs du *gradient barométrique*. Cette méthode serait même singulièrement bonne, si seulement la relation entre le gradient et la force du vent était plus fixe que ce n'est réellement le cas. Il faut ajouter qu'actuellement nos cartes synoptiques offrent de grandes difficultés à celui qui veut chercher des jours à gradient constant pour toute la journée. Nous donnerons cependant dans les deux tableaux suivants le résultat des essais que nous avons faits d'après cette méthode, à l'aide des cartes de M. Hoffmeyer, pour Aberdeen, Kew, Upsal et Saint-Pétersbourg. Nous avons regardé le gradient barométrique comme constant pendant la journée, lorsqu'il s'est montré à peu près le même à huit heures du matin pendant deux jours de suite.

Nous trouvons également ici une augmentation sensible dans les différences max.—min. pour des gradients montants. Elle n'est cependant pas très grande, comme on pouvait s'y attendre; elle est même un peu douteuse pour Saint-Pétersbourg: cela provient peut-être de la difficulté à évaluer le gradient.

Ce que nous avons dit plus haut n'a fait, on le voit, que confirmer davantage la sûreté de notre méthode et partant le résultat contesté.

Tab. IV. *Marche diurne de la vitesse du vent en lieues anglaises par heure à différents gradients à Aberdeen et à Kew.*

Heures.	Gradients en millimètres par degré du méridien:									
	Aberdeen.					Kew.				
	2—3. (10)	1,5—2. (22)	1—1,5. (22)	0,5—1. (15)	0,5 et moins. (21)	2—3. (9)	1,5—2. (12)	1—1,5. (23)	0,5—1. (17)	0,5 et moins. (21)
1 m.	12	8	7	6	6	14	10	6	5	5
3 »	13	8	7	6	7	12	10	6	5	4
5 »	17	11	7	5	6	13	10	6	5	4
7 »	18	12	10	6	7	19	13	9	7	6
9 »	20	15	12	8	10	21	16	12	10	7
11 »	**23**	**18**	13	12	**12**	21	19	13	12	9
1 s.	22	**18**	**14**	**13**	**12**	**25**	**20**	**13**	**13**	8
3 »	19	17	12	12	10	23	19	13	**13**	9
5 »	17	16	10	10	11	20	18	11	12	**10**
7 »	13	12	7	8	9	17	15	9	9	7
9 »	12	10	6	7	8	14	12	7	7	7
11 »	10	10	5	7	9	13	10	7	7	6
Max.—min.	12	9	8	7	5	12	10	7	7	6

Tab. V. *Marche diurne de la vitesse du vent à différents gradients à Upsal et à Saint-Pétersbourg.*

Heures.	Gradients en millimètres par degré du méridien.									
	Upsal (mètres par seconde).					Saint-Pétersbourg (kilom. par heure).				
	2—3. (4)	1,5—2. (13)	1—1,5. (20)	0,5—1. (21)	0,5 et moins. (36)	2—3. (5)	1,5—2. (14)	1—1,5. (21)	0,5—1. (37)	0,5 et moins. (28)
1 m.	6.4	3.8	2.5	1.8	1.4	21	19	14	13	10
3 »	6.0	3.9	2.4	1.7	1.3	20	19	14	12	10
5 »	7.0	4.2	2.8	2.0	1.7	20	18	14	11	10
7 »	7.6	4.9	3.9	3.1	2.2	23	20	16	12	11
9 »	7.9	5.3	4.6	3.6	3.2	20	21	19	14	13
11 »	**8.7**	6.4	4.9	4.0	3.8	21	**26**	22	17	14
1 s.	6.8	**6.9**	5.0	**4.5**	4.0	21	25	22	**19**	15
3 »	5.8	6.4	**5.3**	4.3	3.9	26	25	**23**	**19**	**17**
5 »	6.4	5.9	**5.3**	4.1	**4.1**	**27**	25	21	18	16
7 »	5.0	5.0	3.6	3.8	3.6	24	24	18	15	13
9 »	3.4	4.2	3.3	2.7	2.5	16	19	15	14	10
11 »	3.3	4.3	3.2	2.1	2.1	16	20	14	13	10
Max.—min.	3.8	2.9	2.5	2.4	2.1	9	8	9	8	7

Tab. VI. *Marche diurne de la vitesse du vent à Valencia et Falmouth en lieues anglaises par heure.*

Heures.	Vitesse maximum du vent en lieues anglaises par heure.								
	Valencia.					Falmouth.			
	50 et au-dessus. (15)	40—50. (19)	30—40. (30)	20—30. (61)	10—20. (80)	40 et au-dessus (29)	30—40. (50)	20—30. (60)	10—20. (59)
1 m.	29	27	18	12	6	25	20	13	8
3 »	31	28	18	11	6	27	18	13	8
5 »	32	28	18	11	6	27	19	12	8
3 »	29	29	20	12	6	29	21	14	8
9 »	34	32	24	15	9	32	25	16	9
11 »	37	33	28	19	11	**36**	28	18	11
1 s.	**42**	**35**	**30**	19	12	36	**28**	19	**11**
3 »	40	34	29	**20**	12	31	28	**20**	**11**
5 »	41	32	28	18	12	30	26	19	11
7 »	40	30	25	14	10	26	23	17	10
9 »	36	27	23	12	7	24	21	16	9
11 »	36	25	24	12	4	24	21	14	8
Max.—min.	8	9	9	7	7	11	10	8	3

Tab. VII. *Marche diurne de la vitesse du vent à Glascow et Aberdeen en lieues anglaises par heure.*

Heures.	Vitesse maximum du vent en lieues anglaises par heure.							
	Glascow.				Aberdeen.			
	40 et au-dessus. (10)	30—40. (12)	20—30. (36)	10—20. (59)	40 et au-dessus. (5)	30—40. (18)	20—30. (103)	10—20. (67)
1 m.	20	21	11	8	18	17	11	6
3 »	20	22	12	7	21	17	11	7
5 »	21	24	11	7	25	18	11	6
7 »	27	26	12	7	33	20	13	7
9 »	34	27	15	9	37	24	17	9
11 »	**41**	**30**	18	11	**38**	**28**	**19**	**13**
1 s.	32	29	19	10	32	25	**19**	**13**
3 »	31	26	**20**	**11**	26	23	18	12
5 »	31	23	18	11	12	21	16	11
7 »	27	22	16	10	11	20	13	9
9 »	27	17	14	9	11	18	12	7
11 »	25	16	12	8	11	17	12	7
Max.—min.	18	11	9	4	23	11	8	7

Tab. VIII. *Marche diurne de la vitesse du vent à Kew, Stonyhurst et Armagh en lieues anglaises par heure.*

Heures.	Vitesse maximum du vent eu lieues anglaises par heure.								
	Kew.			Stonyhurst.			Armagh.		
	30—40. (14)	20—30. (46)	10—20. (46)	30—40. (28)	20—30. (70)	10—20. (80)	30—40. (9)	20—30. (34)	10—20. (76)
1 m.	12	9	6	17	11	6	11	12	6
3 »	12	9	6	19	11	6	13	12	7
5 »	15	9	6	18	10	5	16	13	6
7 »	18	12	8	20	12	6	18	15	7
9 »	21	15	10	22	15	8	20	17	9
11 »	24	17	11	24	18	9	23	19	**10**
1 s.	**26**	**20**	12	24	**19**	**11**	23	18	**10**
3 »	**26**	**20**	11	24	18	**11**	**24**	**20**	9
5 »	24	18	11	22	16	10	22	17	9
7 »	21	14	9	18	12	8	23	14	8
9 »	16	11	7	16	10	6	19	13	7
11	15	10	7	16	10	6	17	11	6
Max.—min.	12	11	6	8	9	6	10	10	4

Nous donnerons encore ici quelques tableaux (VI, VII et VIII) pour les stations anglaises de Valencia, Falmouth, Glascow, Aberdeen, Kew, Stonyhurst et Armagh. Dans la plupart, les différences croissent comme d'ordinaire avec la force du vent. A quelques-unes, savoir Valencia, Stonyhurst et Armagh, elles semblent pourtant être presque constantes pour les hauts degrés de la force du vent. Peut-être cela indique-t-il que notre résultat ne s'applique pas à la mer ou aux stations maritimes.

On le voit, notre thèse se trouve justifiée en 17 localités de la zone tempérée, dont 3 seulement offrent quelques divergences. Une seule, à la rigueur, savoir Vienne, s'est montrée l'opposée de toutes les autres. Il n'est pas possible que cette exception dépende d'une faute essentielle de notre méthode, puisque celle-ci s'est montrée juste dans les épreuves auxquelles on l'a soumise. Il se peut même que d'autres localités encore forment exception, si on répartit les jours d'après d'autres méthodes que celle d'après la force maximale: il se peut par exemple que les différences (max.—min.) s'élèvent d'abord et puis deviennent constantes ou même diminuent. Notre thèse n'a été à proprement parler donnée que pour les stations étudiées, mais comme le nombre de celles-ci a été relativement grand, nous avons cru pouvoir lui attribuer une valeur plus générale, sans que nous voulions nier qu'il existe des domaines, par exemple la mer et les environs de certaines contrées montagneuses (Vienne, Modène), auxquels pour une cause ou pour une autre elle ne s'applique pas. Si Vienne se comporte à cet égard d'une manière si différente de la plupart des autres localités, cela tient, croyons-nous, à différentes causes propres à cette station; nous en avons indiqué deux dans notre introduction (p. 4—5); nous en verrons d'autres encore dans ce qui suit (p. 37, 44, 46).

Ce qu'il y a de plus remarquable dans le résultat exposé se trouve justement dans la période diurne de la force du vent pour les groupes de jours à maximum très élevé. Ces derniers ont en été, dans une foule d'endroits, les extrêmes de la période nettement accentués, et ces extrêmes se présentent dans les cas particuliers principalement à une partie restreinte de la journée. C'est ainsi, par exemple, que pendant 56 des jours de plus grand vent, de Mai—Août 1874—1879 à Upsal, le maximum diurne s'est présenté en 60 cas entre 7 heures du matin et 5 du soir, et seulement en trois cas pendant le reste de la journée; le minimum diurne est tombé en 66 cas entre 8 heures du soir et 5 heures du matin; en deux cas seulement il est survenu à un autre moment.[1] Nous ne parlons pas ici de cas exceptionnels comme orages et autres phénomènes accidentels, mais des jours de tempêtes en général avec ou sans pluie.

II.

Marche diurne de la force du vent pendant l'hiver à Upsal.

Nos recherches sur la force du vent n'ont porté jusqu'ici que sur la partie chaude de l'année, parce que c'est pendant cette saison que le phénomène est plus marqué. Quelle que soit l'opinion qu'on adopte sur les causes directes du phénomène, il est certain que la chaleur du soleil est la force qui agit ici en premier lieu. Lorsqu'elle fait défaut ou est très faible, comme à nos latitudes en hiver, il va sans dire qu'un de ses effets, la variation diurne de la force du vent, doit être aussi très faible comme celles de la température et de l'humidité.

---

[1] Voyez notre mém. n:o 2, p. 11.

Parmi les circonstances qui, étant admise l'action de cette force primordiale, contribuent essentiellement à la développer en été, nous avons signalé en premier lieu, un vent régnant fort et, en second lieu, un ciel sans nuages. Parfois, cependant, d'autres facteurs peuvent intervenir pour modifier l'action des précédentes, comme à Vienne, où les jours de vent, qu'ils soient clairs ou couverts, n'ont pas leur période aussi puissante qu'en d'autres localités. Une autre question est de savoir si, en hiver aussi, ces circonstances favorisent dans la même mesure le développement de la variation dont il s'agit. Il nous semble impossible de dire d'avance quelque chose de certain là-dessus; notre connaissance du phénomène est encore trop incomplète.

Ces considérations nous ont été inspirées à l'occasion d'une objection de M. Hann. Notre savant contradicteur dit que si notre résultat était juste, il devrait s'appliquer également à l'hiver, parce qu'alors se présentent les plus nombreuses tempêtes et que l'influence de la quantité de nuages doit atteindre son minimum. C'est ce que nous allons examiner.

Nous ne sommes aujourd'hui en mesure d'étudier la question que pour Upsal. Les matériaux dont nous nous sommes servis pour cette étude sont fournis par le Bulletin mensuel de l'Observatoire météorologique de l'Université d'Upsal 1874—1881. Les observations anémométriques de Janvier, Février et Décembre ont été rangées en groupes, soit de jours soit de mois, d'après différents états du temps. La marche diurne de la force du vent est rendue dans les deux tableaux suivants et un peu égalisée sur la planche à la fin de ce mémoire.

On remarque tout d'abord un maximum de force du vent commun à tous les groupes vers une heure de l'après-midi; dans quelques groupes il se présente un peu plus tôt, dans d'autres un peu plus tard.

Les colonnes 2 à 5 du tableau IX indiquent la marche diurne du phénomène pendant des jours de tempête avec une force moyenne de $7^{m},0$ par seconde et au-dessus, ou une force maximum de $11^{m},0$ et au-dessus. Les colonnes 2 et 3 renferment des jours différents et sont calculées spécialement pour se contrôler mutuellement. Le maximum se présente un peu avant 1 heure de l'après-midi, le mininum vers minuit. Cette marche diurne s'accorde entièrement avec celle qui se présente les jours de tempête en été (voyez la planche); elle est seulement moins accentuée. La marche presque identique que nous montrent les groupes 4 et 5, calculés d'après différentes méthodes, est très remarquable.

La colonne 1 donne le nombre de cas où le maximum diurne tombe sur les différentes heures (que nous réunissons ici deux à deux). Un maximum secondaire semble se présenter à minuit. C'est d'autant plus inexplicable qu'on n'en remarque pas de traces dans les autres colonnes 2 à 5.

La colonne 7 du tableau X donne la période diurne normale pour l'hiver avec son petit maximum au milieu du jour et une marche presque rectiligne pour le reste de la journée; il n'y a qu'une trace de minimum vers 6 heures du matin. L'amplitude (max.—min.) est

		Max.—min. mètres par seconde.
en hiver	période normale	0,5.
	jours de tempête	1,5.
en été	période normale [1])	2,5.
	jours de tempête	3,9.

Donc, *à Upsal la période a, en été comme en hiver, son plus grand développement par un temps de tempête.*

Le résultat auquel nous sommes arrivé, d'après lequel la variation périodique diurne de la force du vent croît avec cette force même, doit bien être considéré par là comme supportant parfaitement l'«experimentum crucis», que demandait l'honorable directeur de la revue viennoise.

Si l'on voulait prendre avec M. HANN le quotient $\frac{\text{max.}}{\text{min.}}$ comme mesure de la variation, on trouverait même ce quotient plus grand en hiver pour les jours de tempête que dans la période normale, savoir respectivement 1,19 et 1,11.

Dans les colonnes 1, 2 et 3 du tableau X, les 24 mois d'hiver des huit années sont répartis d'après leur différente force moyenne de vent. Quoique la différence (max.—min.) soit très légère, elle montre son maximum 0,6 dans les mois où la force moyenne du vent est la plus grande. Il est bon de remarquer aussi que dans le groupe 3, renfermant les vents plus faibles, le minimum pendant la nuit est relativement fort accentué et se présente vers 7 heures du matin.

---

[1]) D'après HJELTSTRÖM.

Voyons maintenant le tableau IX B qui embrasse les jours clairs avec une quantité moyenne de nuages de 0—3 (0 = clair, 10 = couvert). Les groupes 7 et 8 nous offrent une particularité digne de remarque: les points terminaux 2,3—1,7 et 5,0—2,9 ne s'accordent pas. Le nombre relativement considérable de jours qui entre dans chacun de ces groupes exclut toute possibilité d'influence fortuite. Cette singularité dépend peut-être de ce qu'en général Upsal voit des jours clairs à force de vent un peu élevée succéder à un minimum barométrique.

Dans la colonne 9, nous avons cherché à donner une marche plus égale au groupe 8, en admettant que la diminution dont nous venons de parler dans la force du vent a lieu d'après une certaine courbe légèrement arquée que nous avons cherché à déterminer graphiquement. Les différences 0,7 et 1,2 sont donc assez peu sûres; elles sont probablement plutôt trop grandes que trop petites. Ce qui en tout cas est bien évident, c'est le minimum nettement accentué pendant les heures du matin. Les différences max.—min. sont aussi relativement bien grandes, plus grandes que dans la période normale (colonne 7 tabl. X), mais moindres qu'aux jours de tempête (col. 2—5 tabl. IX A).

Dans les colonnes 4—6 du tableau X, nous avons groupé, dans l'intérêt de la comparaison, les différents mois d'après leurs diverses quantités de nuages. Les plus couverts (col. 4, 5) montrent la plus petite différence; les moins couverts en ont en revanche une légèrement plus grande. Comme ces dernières se trouvent avoir en même temps une force moyenne de vent bien élevée comparativement aux premières, on ne peut guère tirer ici de conclusion sur l'influence de la quantité de nuages.

La colonne 10 du tableau IX nous révèle pour 19 jours clairs et de vent une période faiblement marquée. C'est bien fait pour nous étonner, car on se serait attendu à ce que le ciel clair uni à une plus grande force moyenne de vent, amenât une différence un peu supérieure à 0,8. Il est possible que ce nombre de 19 jours soit trop faible pour donner une période assez sûre. Mais il nous semble d'un autre côté qu'il n'est pas non plus impossible d'expliquer le fait: le ciel clair pourrait très bien neutraliser en quelque façon l'influence d'une augmentation de la force du vent. En effet, nous avons vu qu'un ciel clair a une tendance évidente à développer un

Tab. IX. *Marche diurne de la vitesse du vent pendant l'hiver (Déc., Janv., Févr.) en mètres par seconde à Upsal.*

A. *Jours de grand vent et de tempêtes.*

Heures.	1.	2.	3.	4.	5.
	Moyenne diurne de 7,0 m. par sec. et au-dessus.				Max. diurne de 11.0 m. p. sec. et au-dessus.
	Fréquence des maxima. (75)	1874—1877. (31)	1878—1881. (25)	1874—1881. (56)	
1 m.	7	7.7	7.1	7.5	7.2
3 »	4	8.3	7.4	7.9	7.7
5 »	2	8.9	8.0	8.4	8.1
7 »	8	9.0	8.1	8.6	8.2
9 »	7	9.2	8.6	9.0	8.7
11 »	7	9.1	8.9	9.0	9.0
1 s.	17	9.0	9.2	9.1	8.9
3 »	13	8.5	8.8	8.7	8.8
5 »	6	8.4	8.4	8.4	8.5
7 »	3	8.2	8.2	8.2	8.2
9 »	6	8.2	7.8	8.0	8.0
11 »	8	7.9	7.6	7.8	7.8
Max.—min.	—	1.4	1.8	1.5	1.8

B. *Jours clairs ou presque clairs de différentes moyennes de force du vent.*

Heures.	6.	7.	8.	9.	10.
	0—2.0. (29)	0—3.0. (51)	3.0—5.0. (35)	3.0—5.0. (Modifié.) (35)	5.0 et au-dessus. (19)
1 m.	1.2	2.3	5.0	3.7	6.4
3 »	1.1	2.0	4.7	3.8	6.6
5 »	0.6*	1.2*	4.2	3.6	6.7
7 »	0.9	1.6	3.4*	3.1*	6.5
9 »	0.7	1.3	3.4	3.8	6.5
11 »	0.9	1.6	4.0	4.0	6.7
1 s.	1.2	1.9	4.1	4.3	7.1
3 »	1.4	1.8	3.7	4.1	6.4
5 »	1.2	1.8	3.3	3.9	6.5
7 »	0.9	1.7	3.0	3.7	6.2
9 »	1.3	1.8	2.9	3.7	6.4
11 »	1.2	1.7	2.9	3.7	6.1
Max.—min.	0.8	0.7	—	1.2	0.8

minimum de la force du vent à 7 heures du matin (cf. colonnes 6—9, tableau IX): c'est précisément au moment du minimum de la température. Par un temps de vent au con-

Tab. X. *Marche diurne de la vitesse du vent pendant l'hiver (Déc., Janv., Févr. 1874—1881) en mètres par seconde à Upsal.*

Heures.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
	Force moy. du vent par mois en mètres par sec.			Quantité moy. des nuages par mois.			Marche normale. (8 ans)
	4.0—6.6. (8)	3.5—4.0. (8)	2.7—3.3. (8.)	8.1—9.1. (8)	6.9—7.9. (8)	5.0 - 6.8. (8)	
1 m.	4.3*	3.7	3.1	3.5	3.5	4.0*	3.7
3 »	4.4	3.7	3.0	3.5	3.4	4.1	3.7
5 »	4.4	3.6*	2.9	3.4*	3.3	4.2	3.6*
7 »	4.4	3.6	2.9*	3.5	3.2*	4.2	3.6
9 »	4.5	3.7	2.9	3.5	3.2	4.3	3.7
11 »	4.9	3.8	3.1	3.7	3.5	4.6	3.9
1 s.	4.9	3.9	3.3	3.8	3.6	4.7	4.1
3 »	4.7	3.9	3.3	3.7	3.5	4.4	3.9
5 »	4.5	3.8	3.2	3.6	3.5	4.3	3.8
7 »	4.5	3.7	3.1	3.5	3.4	4.2	3.8
9 »	4.4	3.6	3.2	3.5	3.5	4.3	3.8
11 »	4.4	3.6	3.2	3.5	3.6	4.1	3.8
Max.—min.	0.6	0.3	0.4	0.4	0.4	0.7	0.5

traire (col. 2—5), le minimum se montre vers minuit ou immédiatement après, et à 7 heures du matin la force du vent se trouve déjà dans une croissance nettement accusée. On en trouverait peut-être une confirmation dans le maximum secondaire à 5 heures du matin dans les jours clairs et de vent (col. 10). On pourrait objecter que si cela est vrai, un ciel clair devrait aussi en été neutraliser en quelque mesure le développement pendant la nuit de la période par un temps de vent. Ce n'est pourtant nullement le cas. Dans notre premier mémoire (p. 19), nous avons montré au contraire que le minimum nocturne s'abaisse davantage, si par un temps de vent le ciel est clair. Nous croyons cependant que ces deux résultats, contradictoires à première vue, peuvent très bien s'accorder. En effet, le minimum de la température se rapproche de minuit en été par suite de la brièveté des nuits. L'abaissement de la force du vent, qu'amenait le ciel clair, fait de même et finit par se présenter presque à la même heure et à abaisser encore davantage le minimum qui, par un temps de vent, cherche à se former peu après minuit. Nous sommes confirmé dans ces suppositions par le fait qu'en été la force du vent ne commence à hausser qu'après trois heures du matin dans la période moyenne normale, tandis que, par un temps de vent, elle le fait déjà peu après 1 heure du matin (voyez les courbes correspondantes sur notre planche). Dans la période normale, entrent en effet les temps calmes et clairs. Il n'est cependant pas probable que le maximum secondaire de la force du vent qui se présente dans la période moyenne à Vienne et en hiver à Modène et à Rome, provienne de cette cause. Nous sommes plutôt disposé à croire qu'un autre facteur, encore inconnu, joue ici le premier rôle.

Il serait assurément d'un grand intérêt d'étudier pour d'autres localités encore la question que nous avons examinée pour Upsal.

III.

Fréquence diurne des tempêtes et des temps calmes.

Dans cette partie, nous étudierons notre phénomène d'une autre manière. Nous calculerons pour diverses localités la fréquence des plus hauts degrés de force du vent aux différentes heures de la journée: d'un côté ceux des vents forts et des tempêtes, de l'autre ceux des vents calmes et des vents très faibles. Les différentes directions du vent ne sont point entrées en ligne de compte dans nos calculs. C'est regrettable, nous sommes les premiers à le reconnaître; mais on voudra bien nous excuser en songeant que le travail, déjà fort considérable dans son état actuel, eût été au-dessus de nos forces. De plus, les matériaux à notre disposition n'auraient probablement pas été suffisants pour le but en question.

Les séries d'observation que nous avons employées sont les suivantes:

Pour *Upsal:* Observations météorologiques horaires etc. par R. Rubenson 1866 — juillet 1868, et Bulletin mensuel de l'Observatoire météorologique de l'Université d'Upsal, 1873 —1882 par H. H. Hildebrandsson.

Pour *Saint-Pétersbourg:* Annalen des physikalischen Centralobservatoriums 1874—1877; pour *Pawlowsk,* même publication 1878—1881.

Pour *Vienne:* Jahrbücher der k. k. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus 1876—1880.

Pour *Valencia*, *Armagh*, *Glascow*, *Aberdeen*, *Falmouth*, *Stonyhurst* et *Kew*: Hourly readings from the self recording instruments at the seven observatories in connection with the meteorological office, issued by authority of the Meteorological council, années 1874—1880.

Malheureusement, à l'heure où nous écrivons, il n'y a d'imprimées, pour toutes les stations de la Deutsche Seewarte, que les observations de trois années: ce nombre est assurément trop restreint pour le but que nous nous proposons ici.

Voici comment nous avons procédé dans nos calculs des tableaux suivants pour toutes les stations. Les degrés de force du vent, qui ont été regardés comme tempête et vent fort ou calme et vent très faible. ont dû se prêter aux différentes unités et à la situation plus ou moins exposée des stations respectives. Une seule et même norme n'a été suivie que pour les stations anglaises, parce qu'il était d'un intérêt spécial de pouvoir comparer entre elles les valeurs obtenues. Quatre espèces de tableaux ont été formées des observations de chaque station et pour chaque mois: deux indiquent pour chaque heure le nombre de cas où la force du vent dépassait deux hautes valeurs déterminées; les deux autres indiquent le nombre de cas où elle avait été au-dessous de deux valeurs faibles. Nous en avons formé deux de chaque espèce pour que l'un pût contrôler l'autre. Les hautes valeurs pour les stations anglaises étaient de 30 et 35 miles par heure, pour Upsal 10 et 12 mètres par seconde, pour Saint-Pétersbourg — Pawlowsk 30 et 40 kilomètres par heure, pour Vienne 50 et 60 kilomètres par heure; de plus nous avons dressé un tableau spécial pour cette dernière localité, à cause de certaines singularités dans le résultat, savoir pour la valeur de 70 kilomètres par heure et au-dessus.

Les valeurs basses placées comme limite supérieure des temps calmes et des vents faibles étaient pour les stations anglaises de 2 et 5 milles anglais par heure, pour Upsal 0,64 (constante de frottement de l'anémomètre) et 2 mètres par seconde, pour Saint-Pétersbourg—Pawlowsk et pour Vienne 2 et 5 kilomètres à l'heure.

Quoique le nombre des années ne fût pas faible, les chiffres des vingt-quatre heures accusèrent beaucoup d'irrégularités dans leur marche; aussi fut-il nécessaire de les égaliser. On comprendra mieux par un exemple comment cela s'est fait. Admettons que pour une station il fallût égaliser le nombre de cas pour 7 heures du matin en Mars. Nous avons calculé alors la moyenne arithmétique de neuf nombres, savoir ceux de 6, 7 et 8 heures du matin des mois de Février, Mars et Avril. Les nombres obtenus ainsi furent réduits ensuite à une vraie somme mensuelle. De cette façon, nous avons eu une grande uniformité dans la marche des nombres, bien que l'allure vraie ait pu souffrir de légères modifications.

Dans les tableaux suivants, nous ne donnons pour abréger que les *sommes de deux en deux heures.* Nous avons aussi exclu en général tous les tableaux calculés comme nous venons de le dire sur la fréquence des vents très faibles: ils n'offraient guère d'intérêt après ce qui ressort des tableaux sur les temps calmes. Il nous reste à rappeler que les chiffres s'appliquent à *toutes* les années; une division par le nombre dés années donnerait facilement la fréquence annuelle, mais nous ne l'avons pas fait ici pour ne pas rendre les valeurs inutilement petites.

Un simple regard sur ces tableaux montre que les tempêtes aussi bien que les temps calmes ont une période diurne déterminée. Sauf de rares exceptions, les tempêtes et les vents forts se présentent dans tous les mois le plus souvent à midi ou immédiatement après; en revanche, les temps calmes se montrent le plus souvent la nuit pendant les premières heures du matin. La période des temps calmes est toujours plus fortement développée pendant la saison chaude. La même chose s'applique aussi au temps de vent, bien qu'avec certaines modifications et exceptions, comme nous allons le voir.

Les tempêtes et les vents forts sont plus nombreux pendant l'hiver et plus rares pendant l'été. Pétersbourg et en particulier Vienne présentent au contraire une notable augmentation de tempêtes pendant une certaine partie de l'été.

La fréquence des temps calmes et des vents très faibles pendant les différents mois est fort différente suivant les stations. A Upsal, Pétersbourg et Vienne, par exemple, les temps de calme se montrent en moyenne plus souvent en hiver qu'en été. L'inégalité est moins tranchée pour les stations anglaises; à quelques-unes d'entre elles, comme Aberdeen et Armagh, ils semblent être même plus nombreux en été qu'en hiver. Il est possible que ces différences se trouvent en rapport avec

Tab. XI. *Upsal.* (12 années).

A. *Nombre des observations notant 10 mètres par sec. et au-dessus.*

Heures.	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Années.
1,2 m.	17	18	12	6	4	0	0	0	2	8	13	14	94
3,4 »	16	18	13	8	4	2	0	0	2	8	10	12	93
5,6 »	17	20	12	6	5	2	1	0	2	6	9	13	93
7,8 »	19	22	13	9	10	5	3	0	2	8	12	16	119
9,10 »	25	27	20	13	17	11	5	2	4	11	15	16	166
11,12 »	27	32	26	18	23	14	7	2	6	14	**19**	**16**	204
1,2 s.	**29**	**34**	**30**	**21**	**28**	**17**	**10**	**3**	**7**	**15**	**19**	**16**	**229**
3,4 »	22	28	25	19	25	14	7	2	5	13	17	16	193
5,6 »	17	21	15	12	13	6	3	1	4	12	16	14	134
7,8 »	16	17	10	7	5	2	0	0	4	12	18	**16**	107
9,10 »	15	15	11	6	6	2	0	0	3	12	15	14	99
11,12 »	18	18	14	6	4	1	0	0	2	10	14	13	100
Total.	**238**	**270**	**201**	**131**	**144**	**76**	**36**	**10**	**43**	**129**	**177**	**176**	**1,631**

B. *12 et au-dessus.*

Heures.	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Années.
1,2 m.	2	4	2	2	1	0	0	0	0	1	2	2	16
3,4 »	3	4	2	2	2	0	0	0	0	2	2	2	19
5,6 »	4	6	3	2	1	0	0	0	0	2	1	2	21
7,8 »	4	6	3	2	2	0	0	0	0	2	1	2	22
9,10 »	6	9	7	2	2	1	1	0	0	2	2	2	36
11,12 »	6	**12**	8	2	2	2	4	0	2	3	2	2	**45**
1,2 s.	**7**	**12**	7	**3**	2	3	4	0	1	2	2	2	**45**
3,4 »	5	8	5	2	1	2	1	0	0	2	3	2	31
5,6 »	3	4	3	0	0	0	0	0	0	2	3	2	17
7,8 »	2	4	2	2	0	0	0	0	0	2	2	0	14
9,10 »	3	4	2	0	0	0	0	0	0	2	2	2	15
11,12 »	4	6	2	1	0	0	0	0	0	1	2	2	18
Total.	**49**	**79**	**46**	**20**	**13**	**8**	**10**	**0**	**3**	**23**	**24**	**22**	**299**

Tab. XII. *Saint-Pétersbourg et Pawlowsk.* (8 années).

A. *Nombre des observations notant 30 kilomètres par heure et au-dessus.*

Heures.	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Années.
1,2 m.	45	33	41	17	10	10	6	12	24	35	47	47	327
3,4 »	44	31	40	17	10	10	6	11	24	36	50	48	327
5,6 »	44	32	43	19	12	11	6	10	23	35	49	46	330
7,8 »	42	34	47	23	15	15	7	12	23	38	50	49	355
9,10 »	47	37	51	27	20	25	11	16	32	48	**59**	55	428
11,12 »	53	41	55	33	32	45	16	21	37	52	**59**	**59**	503
1,2 s.	**55**	**42**	59	39	45	**65**	24	**28**	**43**	**54**	56	57	**567**
3,4 »	49	40	**63**	**40**	**48**	62	**25**	27	40	48	56	52	550
5,6 »	43	34	54	32	34	42	19	19	30	38	50	47	442
7,8 »	46	33	43	20	17	20	11	12	25	37	52	51	367
9,10 »	**49**	**35**	42	18	9	10	6	12	25	38	50	**52**	346
11,12 »	45	**35**	42	19	10	10	6	12	26	37	49	49	340
Total.	**562**	**427**	**580**	**304**	**262**	**325**	**143**	**192**	**352**	**496**	**627**	**612**	**4,882**

B. *40 et au-dessus.*

Heures.	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Années.
1,2 m.	4	4	4	3	0	2	1	3	6	4	8	9	48
3,4 »	6	7	7	4	0	2	0	2	6	4	8	10	56
5,6 »	5	7	7	4	0	3	1	2	6	6	8	10	59
7,8 »	4	7	7	5	1	5	2	2	6	6	10	11	66
9,10 »	4	9	8	8	0	4	2	4	7	6	8	**12**	72
11,12 »	5	9	8	8	**2**	6	2	4	8	6	9	**12**	**78**
1,2 s.	6	**9**	**11**	**9**	**2**	8	2	4	7	4	7	9	**78**
3,4 »	6	9	**11**	**9**	1	6	2	4	8	4	6	8	75
5,6 »	6	7	7	5	0	3	2	4	6	4	9	11	64
7,8 »	7	7	4	2	0	2	2	4	7	6	**11**	**14**	66
10,10 »	8	8	**6**	3	0	3	2	5	8	6	**11**	13	**73**
11,12 »	5	7	5	**4**	0	3	2	4	7	4	8	11	60
Total.	**66**	**90**	85	**64**	**6**	**47**	**20**	**42**	82	**60**	**103**	**130**	**795**

Tab. XIII. *Vienne.* (5 années).

A. *Nombre des observations notant 50 kilomètres par heure et au-dessus.*

Heures.	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Années.
1,2 m.	**31**	**29**	27	**12**	**14**	**18**	20	**8**	8	**10**	27	27	231
3,4 »	27	27	**27**	11	14	17	20	8	8	8	22	23	212
5,6 »	28	26	27	10	14	16	**21**	8	8	8	22	23	211
7,8 »	28	28	25	12	12	16	20	7	8	8	25	25	214
9,10 »	34	34	28	12	12	14	16	6	6	8	25	**30**	225
11,12 »	**38**	41	36	15	12	13	15	6	6	8	22	29	241
1,2 s.	37	**42**	**40**	**18**	14	14	13	6	5	8	25	29	**251**
3,4 »	30	30	31	16	**14**	13	12	4	4	7	23	27	211
5,6 »	28	24	22	13	14	**15**	13	5	5	8	23	27	197
7,8 »	28	21	18	8	12	13	16	6	8	8	27	27	192
9,10 »	30	26	23	10	12	14	20	7	10	9	27	27	215
11,12 »	30	28	26	**12**	14	17	20	8	**10**	**10**	**30**	28	**233**
Total.	**369**	**356**	**330**	**149**	**158**	**180**	**206**	**79**	**86**	**100**	**298**	**322**	**2,633**

B. *60 et au-dessus.*

Heures.	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Années.
1,2 m.	**17**	**14**	**13**	**6**	8	**10**	8	3	3	5	13	14	114
3,4 »	**16**	13	**11**	5	6	9	8	2	2	4	11	12	99
5,6 »	12	11	8	4	6	9	9	2	4	4	11	12	92
7,8 »	12	13	10	6	6	**10**	**10**	2	4	4	12	12	101
9,10 »	16	16	11	6	5	6	6	1	2	2	10	13	94
11,12 »	21	**21**	13	6	4	4	2	0	0	3	11	16	101
1,2 s.	**22**	**21**	**15**	8	6	8	3	1	0	4	14	**17**	**119**
3,4 »	19	15	13	8	8	**10**	4	2	0	3	**14**	16	112
5,6 »	14	10	7	5	7	9	5	2	2	4	14	16	95
7,8 »	13	10	6	4	6	8	8	2	4	4	13	14	92
9,10 »	14	13	9	5	6	9	9	3	4	6	**16**	**16**	110
11,12 »	14	**14**	11	**6**	8	**10**	**10**	**4**	**6**	**6**	14	**16**	**119**
Total.	**190**	**171**	**127**	**69**	**76**	**102**	**82**	**24**	**31**	**49**	**153**	**174**	**1,248**

C. *70 et au-dessus.*

Heures.	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Années.
1,2 m.	10	8	6	2	2	4	2	2	0	2	5	7	50
3,4 »	10	8	5	2	2	4	2	0	0	2	4	6	45
5,6 »	8	7	3	2	2	4	2	0	0	4	4	8	44
7,8 »	7	6	4	2	2	4	2	0	0	2	3	7	39
9,10 »	6	7	4	2	2	4	2	0	0	0	2	5	34
11,12 »	12	9	5	2	2	3	0	0	0	2	5	9	49
1,2 s.	13	8	6	2	2	4	1	0	0	2	6	9	53
3,4 »	11	6	5	4	4	5	2	1	0	2	6	8	54
5,6 »	10	4	2	4	6	6	3	0	0	2	6	8	47
7,8 »	10	5	3	2	2	4	2	1	0	2	6	8	45
9,10 »	10	6	4	3	3	4	2	2	0	4	6	8	52
11,12 »	10	8	6	4	4	5	4	2	0	4	6	8	61
Total.	117	82	53	29	31	51	24	8	0	28	59	91	573

la répartition de la pression atmosphérique: en hiver, Upsal, Pétersbourg et Vienne sont dans le domaine de la haute pression asiatique, et en été les stations anglaises se trouvent sous l'influence de la pression atlantique.

En comparant les différentes localités nous voyons que la plupart des tempêtes à très haute force de vent paraissent se rencontrer à Vienne. Dans les stations anglaises, Valencia et Falmouth sont les plus tempêtueuses; Kew et Armagh, stations de l'intérieur, présentent le moins grand nombre de tempêtes; elles n'en ont même presque pas en été. Il faut le remarquer, Valencia et Armagh — qui représentent les deux extrêmes — se trouvent en Irlande à peu de distance relativement l'une de l'autre.

Si nous examinons avec attention la marche diurne de la fréquence des vents forts et des tempêtes pendant les différents mois, nous observerons des différences très remarquables entre les stations. A Glascow, Aberdeen et Falmouth, les tempêtes apparaissent le plus souvent à midi ou un peu *avant* midi dans presque tous les mois de l'année. Cela s'accorde aussi avec la marche diurne de la force du vent pendant les jours de vent (voyez tabl. VI et VII). Ce maximum aux

Tab. XIV. *Valencia.* (7 années).

A. *Nombre des observations notant 30 lieues anglaises par heure et au-dessus.*

Heures.	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Années.
1,2 m.	125	89	**76**	**57**	**40**	**50**	22	29	39	50	63	84	724
3,4 »	124	**91**	**76**	55	38	48	22	26	36	47	60	83	706
6,6 »	121	89	72	51	36	48	22	26	36	46	60	83	690
7,8 »	125	90	74	54	39	52	23	27	35	**44**	59	85	706
9,10 »	127	91	81	59	43	56	27	31	37	45	60	86	743
11,12 »	**131**	**98**	97	80	59	69	32	38	48	52	70	94	868
1,2 s.	130	97	**100**	**90**	**65**	**80**	**35**	**44**	**52**	**64**	**75**	**97**	**929**
3,4 »	127	96	97	84	61	69	32	40	48	59	72	93	878
5,6 »	124	89	87	69	50	59	25	33	41	54	65	89	785
7,8 »	123	86	72	54	39	**47**	19	26	37	49	62	84	698
9,10 »	**128**	88	72	50	36	42	18	28	41	**53**	64	**86**	706
11,12 »	**128**	88	72	53	39	49	21	30	**43**	**53**	**66**	**86**	**728**
Total.	**1,513**	**1,092**	**976**	**756**	**545**	**668**	**298**	**378**	**493**	**616**	**776**	**1,050**	**9,161**

B. *35 et au-dessus.*

Heures.	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Années.
1,2 m.	**95**	62	50	33	**20**	28	12	12	20	48	35	**61**	**476**
3,4 »	89	59	46	**34**	20	**29**	12	10	20	48	**37**	**61**	465
5,6 »	82	56	**44**	31	19	29	12	10	19	44	34	55	435
7,8 »	82	54	44	30	18	27	12	11	18	42	34	56	428
9,10 »	86	58	48	31	20	27	13	12	20	42	34	56	447
11,12 »	91	**63**	60	46	28	33	15	16	22	49	37	61	521
1,2 s.	**97**	**63**	**62**	**49**	**30**	**38**	**16**	**19**	**24**	**56**	**42**	**66**	**562**
3,4 »	93	62	57	44	26	35	15	17	21	55	39	63	527
5,6 »	88	60	53	39	23	29	12	13	20	52	36	61	486
7,8 »	90	62	50	33	19	24	12	12	20	50	34	60	466
9,10 »	92	**63**	51	31	19	26	11	13	20	52	34	55	467
11,12 »	93	62	49	31	20	28	12	**14**	21	50	34	57	471
Total.	**1,078**	**724**	**614**	**432**	**262**	**353**	**154**	**159**	**245**	**588**	**430**	**712**	**5,751**

Tab. XV. *Falmouth.* (7 années).

A. *Nombre des observations notant 30 lieues anglaises par heure et au-dessus.*

Heures.	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Années.
1,2 m.	66	55	54	31	18	11	8	15	22	54	50	55	439
3,4 »	68	56	57	32	18	12	9	17	24	53	49	51	446
5,6 »	69	55	56	32	20	14	11	16	24	51	48	51	447
7,8 »	76	62	61	38	28	19	15	18	25	55	50	55	502
9,10 »	82	67	72	47	38	31	24	28	32	68	59	61	609
11,12 »	**98**	**85**	84	**59**	**50**	**41**	32	**38**	**41**	**80**	**68**	**71**	**747**
1,2 s.	**98**	83	**86**	57	47	38	**33**	36	36	71	65	**71**	721
3,4 »	90	77	82	54	41	33	29	33	32	63	59	65	658
5,6 »	75	63	66	45	33	25	21	24	28	57	56	58	551
7,8 »	71	53	51	38	19	14	11	17	22	52	52	55	455
9,10 »	72	56	50	29	18	10	10	15	21	54	52	**59**	446
11,12 »	70	54	51	30	18	11	8	14	22	53	52	58	441
Total.	**935**	**766**	**770**	**492**	**348**	**259**	**211**	**271**	**329**	**711**	**660**	**710**	**6,462**

B. *35 et au-dessus.*

Heures.	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Années.
1,2 m.	**37**	**29**	**34**	21	7	3	2	6	11	**24**	34	**35**	**243**
3,4 »	32	26	33	**22**	6	4	1	7	**13**	**24**	33	31	232
5,6 »	27	23	27	20	6	4	2	6	11	21	30	28	205
7,8 »	32	26	35	26	9	6	2	6	10	22	31	30	235
9,10 »	38	30	40	29	13	11	6	9	14	26	35	35	286
11,12 »	45	37	43	**31**	**16**	**16**	**11**	**13**	**20**	**30**	**41**	41	**344**
1,2 s.	**46**	**39**	**44**	30	14	12	9	12	19	29	**41**	**43**	338
3,4 »	45	**39**	42	29	11	10	7	10	16	27	37	40	313
5,6 »	33	28	34	24	7	7	4	8	13	23	31	35	247
7,8 »	28	22	29	19	6	4	2	6	11	20	32	28	207
9,10 »	30	23	25	16	6	3	2	6	11	20	32	30	204
11,12 »	34	26	30	20	7	4	2	6	10	22	**35**	34	230
Total.	**427**	**348**	**416**	**287**	**108**	**84**	**50**	**95**	**159**	**288**	**412**	**410**	**3,084**

Tab. XVI. *Aberdeen.* (7 années).

A. *Nombre des observations notant 30 lieues anglaises par heure et au-dessus.*

Heures.	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Années.
1,2 m.	24	24	23	10	2	0	2	4	8	27	28	39	191
3,4 »	22	19	19	8	2	0	2	4	8	26	28	37	175
5,6 »	21	21	20	9	2	0	2	6	8	29	27	38	183
7,8 »	25	27	26	13	3	0	2	7	10	34	30	43	220
9,10 »	27	32	37	19	5	2	2	9	11	36	32	43	255
11,12 »	**29**	**37**	**44**	27	6	2	2	**10**	**13**	**37**	**33**	**45**	**285**
1,2 s.	28	36	**44**	**28**	**7**	2	2	9	11	35	32	44	278
3,4 »	26	34	37	23	6	2	2	5	8	27	27	41	238
5,6 »	25	28	31	17	5	2	2	3	6	24	26	40	209
7,8 »	**30**	27	30	14	4	2	2	2	6	22	**29**	44	**212**
9,10 »	**30**	28	29	14	4	1	2	2	6	22	**29**	**45**	**212**
11,12 »	27	25	25	12	2	0	2	3	6	25	28	41	196
Total.	**314**	**338**	**365**	**194**	**48**	**13**	**24**	**64**	**101**	**344**	**349**	**500**	**2,654**

B. *35 et au-dessus.*

Heures.	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Années.
1,2 m.	10	10	7	5	0	0	0	0	2	14	12	22	82
3,4 »	10	10	8	4	0	0	0	2	2	16	14	24	90
5,6 »	10	11	8	4	0	0	2	3	2	15	12	24	91
7,8 »	12	15	9	5	0	0	1	3	2	20	13	25	105
9,10 »	**12**	18	**14**	10	1	0	0	3	3	**22**	**15**	**26**	124
11,12 »	12	**19**	**16**	**12**	2	0	2	**6**	**4**	**22**	14	24	**133**
1,2 s.	10	16	14	11	1	0	0	3	3	18	12	20	108
3,4 »	12	15	12	8	0	0	0	1	2	14	12	20	96
5,6 »	12	14	10	8	1	0	0	0	2	12	12	23	94
7,8 »	**14**	15	**12**	8	2	0	0	0	2	14	**14**	**29**	**110**
9,10 »	13	15	11	7	0	0	0	0	2	14	13	26	101
11,12 »	10	11	9	7	0	0	0	0	2	15	12	21	87
Total.	**137**	**169**	**130**	**89**	**7**	**0**	**5**	**21**	**28**	**196**	**155**	**284**	**1,221**

Tab. XVII. *Glascow.* (7 années).

A. *Nombre des observations notant 30 lieues anglaises par heure et au-dessus.*

Heures.	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Années.
1,2 m.	21	10	19	4	2	0	1	0	3	6	6	19	91
3,4 »	15	9	19	4	2	0	2	0	5	7	5	13	81
5,6 »	14	8	20	4	3	2	2	0	4	10	6	12	85
7,8 »	15	9	24	5	5	3	2	1	5	11	7	15	102
9,10 »	21	14	37	8	9	5	3	3	8	15	9	18	150
11,12 »	**32**	**21**	**52**	**12**	**12**	**8**	**7**	**6**	**13**	**20**	**11**	**26**	**220**
1,2 s.	30	**21**	46	11	11	5	6	5	**13**	18	10	24	200
3,4 »	25	17	38	9	7	4	4	3	7	13	10	23	160
5,6 »	24	13	27	6	5	2	2	2	6	12	8	24	131
7,8 »	23	10	18	4	3	2	2	2	6	11	8	21	110
9,10 »	22	10	21	4	2	1	2	2	6	10	8	19	107
11,12 »	24	12	22	4	2	1	0	1	4	8	6	21	105
Total.	**266**	**154**	**343**	**75**	**63**	**33**	**33**	**25**	**80**	**141**	**94**	**235**	**1,542**

B. *35 et au-dessus.*

Heures.	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Années.
1,2 m.	8	3	6	0	1	0	0	0	0	2	2	9	31
3,4 »	6	4	9	1	1	0	0	0	1	1	2	5	30
5,6 »	5	2	8	0	0	0	0	0	2	2	2	4	25
7,8 »	6	3	9	1	1	0	0	0	3	4	2	6	35
9,10 »	8	5	16	2	3	3	1	0	4	5	3	8	58
11,12 »	**12**	8	**25**	2	4	2	2	2	4	4	4	11	**80**
1,2 s.	**12**	7	21	2	2	1	2	0	3	4	4	**12**	70
3,4 »	9	5	15	2	2	2	2	0	2	4	4	10	57
5,6 »	8	4	9	0	2	1	1	0	2	2	2	8	39
7,8 »	8	4	8	0	0	0	0	0	2	2	2	7	33
9,10 »	8	4	10	0	0	0	0	0	2	2	2	7	35
11,12 »	8	4	7	0	0	0	0	0	1	2	2	9	33
Total.	**98**	**53**	**143**	**10**	**16**	**9**	**8**	**2**	**26**	**34**	**31**	**96**	**526**

Tab. XVIII. *Stonyhurst.* (7 années).

A. *Nombre des observations notant 30 lieues anglaises par heure et au-dessus.*

Heures.	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Années.
1,2 m.	12	9	16	4	1	0	2	2	4	11	9	13	83
3,4 »	13	10	15	5	2	0	2	2	6	14	10	15	94
5,6 »	12	9	16	4	1	0	2	2	5	12	9	11	83
7,8 »	10	9	22	5	2	0	2	2	6	11	8	8	85
9,10 »	11	11	29	9	3	1	2	3	7	14	11	9	110
11,12 »	14	15	43	13	4	2	3	4	9	19	14	12	152
1,2 s.	18	18	48	14	4	2	4	4	8	17	14	14	165
3,4 »	13	12	34	11	4	2	2	2	5	10	9	11	115
5,6 »	10	8	18	7	2	1	0	0	2	7	9	11	75
7,8 »	11	6	13	4	1	0	0	0	2	6	10	11	64
9,10 »	10	6	16	4	2	0	0	0	3	8	10	10	69
11,12 »	11	7	15	4	2	2	1	2	4	8	9	12	76
Total.	**145**	**120**	**285**	**84**	**28**	**9**	**20**	**23**	**61**	**137**	**122**	**137**	**1,171**

B. *35 et au-dessus.*

Heures.	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Années.
1,2 m.	4	2	3	0	0	0	0	1	2	6	4	4	26
3,4 »	3	2	2	0	0	0	0	2	2	6	4	4	25
5,6 »	2	2	3	0	0	0	0	2	2	4	3	3	21
7,8 »	3	2	6	1	1	0	0	0	2	4	3	2	24
9,10 »	4	3	12	2	2	0	0	0	2	5	5	2	37
11,12 »	6	4	15	4	0	0	0	0	2	6	7	4	48
1,2 s.	6	5	19	4	0	0	0	0	2	5	5	4	50
3,4 »	5	3	11	2	0	0	0	0	2	3	3	3	32
5,6 »	5	2	4	1	0	0	0	0	1	2	4	4	23
4,8 »	4	1	4	0	0	0	0	0	0	2	4	4	19
9,10 »	3	1	3	0	0	0	0	0	0	2	4	2	15
11,12 »	3	2	4	0	0	0	0	0	0	4	4	4	21
Total.	**48**	**29**	**86**	**14**	**3**	**0**	**0**	**5**	**17**	**49**	**50**	**40**	**341**

Tab. XIX. *Kew.* (7 années).

A. *Nombre des observations notant 30 lieues anglaises par heure et au-dessus.*

Heures.	Janv.	Févr.	Mars.	April.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Années.
1,2 m.	7	4	6	5	2	0	0	0	2	2	6	6	**40**
3,4 »	4	3	5	5	1	0	0	0	0	2	5	6	31
5,6 »	6	4	4	4	0	0	0	0	1	3	7	7	36
7,8 »	8	4	4	5	2	1	0	0	2	4	8	8	46
9,10 »	9	5	8	11	3	3	0	1	2	5	10	9	66
11,12 »	**13**	9	16	**22**	7	5	0	3	**3**	**6**	**11**	**11**	**106**
1,2 s.	**13**	**10**	**17**	**22**	8	**6**	0	**4**	**3**	5	8	10	**106**
3,4 »	11	7	13	17	7	4	0	1	1	2	5	7	75
5,6 »	8	5	9	11	4	2	0	0	1	2	4	6	52
7,8 »	9	4	6	7	2	0	0	0	1	2	5	6	42
9,10 »	8	4	6	4	2	0	0	0	2	2	4	5	37
11,12 »	7	4	6	4	2	0	0	0	2	2	5	5	37
Total.	**103**	**63**	**100**	**117**	**40**	**21**	**0**	**9**	**20**	**37**	**78**	**86**	**674**

B. *35 et au-dessus.*

Heures.	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Okt.	Nov.	Déc.	Années.
1,2 m.	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	2	0	9
3,4 »	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	5
5,6 »	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	7
7,8 »	2	2	0	2	0	0	0	0	0	1	3	2	12
9,10 »	2	2	2	5	0	0	0	0	0	2	2	2	17
11,12 »	2	4	5	12	2	2	0	0	0	2	**4**	2	35
1,2 s.	2	4	**6**	**14**	2	3	0	0	0	2	**4**	2	**39**
3,4 »	2	4	4	10	1	1	0	0	0	1	2	2	27
5,6 »	2	2	2	5	0	0	0	0	0	0	2	2	15
7,8 »	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	2	2	9
9,10 »	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	2	0	9
11,12 »	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	2	0	9
Total.	**24**	**25**	**26**	**52**	**5**	**6**	**0**	**0**	**0**	**11**	**29**	**15**	**193**

Tab. XX. *Armagh.* (7 années).

A. *Nombre des observations notant 30 lieues anglaises par heure et au-dessus.*

Heures.	Janv.	Févr.	Mars.	April.	Maj.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Années.
1,2 m.	18	8	8	5	0	0	0	0	0	3	6	8	56
3,4 »	15	6	9	7	0	0	0	0	0	4	6	8	55
5,6 »	11	4	6	5	0	0	0	0	0	2	5	6	39
7,8 »	11	5	7	6	0	0	0	0	0	2	3	6	40
9,10 »	12	6	9	11	1	2	0	1	0	2	3	7	54
11,12 »	16	8	11	12	2	2	0	2	0	2	4	9	68
1,2 s.	18	8	10	10	0	2	0	0	0	2	4	8	62
3,4 »	19	8	10	8	0	2	0	0	0	1	4	8	60
5,6 »	20	8	8	6	0	0	0	2	0	2	4	8	58
7,8 »	19	8	8	6	0	0	0	2	0	2	5	9	59
9,10 »	20	7	6	4	0	0	0	1	0	2	6	10	56
11,12 »	20	7	7	3	0	0	0	0	0	2	6	8	53
Total.	**199**	**83**	**99**	**83**	**3**	**8**	**0**	**8**	**0**	**26**	**56**	**95**	**660**

B. *35 et au-dessus.*

Heures.	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Années.
1,2 m.	6	3	2	0	0	0	0	0	0	1	2	2	16
3,4 »	5	2	2	2	0	0	0	0	0	1	2	2	16
5,6 »	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	2	9
7,8 »	3	2	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	10
9,10 »	4	2	1	2	0	0	0	0	0	1	2	2	14
11,12 »	5	3	3	5	1	0	0	0	0	1	2	2	22
1,2 s.	6	4	4	6	0	0	0	0	0	0	2	2	24
3,4 »	7	4	4	5	0	0	0	0	0	0	2	2	24
5,6 »	9	4	4	4	0	0	0	0	0	0	2	3	26
7,8 »	10	4	4	4	0	0	0	0	0	0	2	2	26
9,10 »	8	4	3	2	0	0	0	0	0	0	2	3	22
11,12 »	8	4	2	2	0	0	0	0	0	1	2	3	22
Total.	**73**	**38**	**31**	**33**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**6**	**22**	**27**	**231**

Tab. XXI. *Upsal.* (8 années).

Nombre des observations notant 0.64 mètres par seconde et au-dessous.

Heures.	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Années.
1,2 m.	67	66	66	**74**	**69**	88	98	103	84	69	68	68	920
3,4 »	**76**	**71**	**70**	**74**	68	**89**	**101**	**104**	**85**	**71**	**76**	76	**961**
5,6 »	74	69	63	59	42	47	61	82	78	69	73	**77**	794
7,8 »	73	67	49	36	16	10	20	36	44	53	64	76	544
9,10 »	63	63	35	20	5	2	3	9	17	30	48	63	358
11,12 »	50	40	23	11	3	0	0	3	6	14	31	46	227
1,2 s.	47	33	17	6	2	0	0	2	4	12	29	44	196
3,4 »	47	32	18	7	3	0	1	3	11	21	37	47	227
5,6 »	50	37	25	14	5	2	3	13	23	32	45	50	299
7,8 »	49	36	27	19	13	13	18	29	35	39	46	50	374
9,10 »	51	45	42	36	29	38	47	58	57	53	56	54	564
11,12 »	62	58	56	59	51	66	79	91	80	68	68	67	805
Total.	**709**	**617**	**489**	**415**	**306**	**355**	**431**	**533**	**524**	**531**	**641**	**718**	**6,269**

autres stations se présente en géneral une ou deux heures après avec de légères variantes suivant les saisons.

Les *maxima secondaires* pendant la nuit sont assez surprenants à certaines stations. Ils sont parfois bien accentués et peuvent même dépasser le maximum principal au milieu du jour: ce dernier disparaît même à Vienne pendant les mois d'automne. Nous avons là une nouvelle preuve du rôle singulier que Vienne joue dans la période diurne de la force du vent, ainsi que nous l'avons déjà montré dans ces pages et dans notre mémoire précédent. A Armagh en Irlande, il n'y a, à proprement parler, que pendant les mois du printemps qu'on voit s'accentuer un maximum de fréquence au milieu du jour; en hiver il n'y en a guère, mais on observe bien un abaissement le matin.

Le tableau XXXI donne un aperçu de ces maxima secondaires et en même temps du développement de la période pendant les différents mois. Les chiffres indiquent la proportion (pour cent de la somme mensuelle) des tempêtes et des vents forts pendant les douze heures de la journée où se rencontre leur plus grande fréquence. Les paranthèses expri-

Tab. XXII. *Saint-Pétersbourg-Pawlowsk.* (8 années).

A. *Nombre des observations notant 2 kilomètres par heure et au-dessous.*

Heures.	Janv.	Févr.	Mars.	April.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Années.
1,2 m.	7	6	9	6	4	4	4	5	5	4	4	4	62
3,4 »	13	11	14	9	6	6	6	7	6	**6**	5	7	96
5,6 »	**15**	13	**19**	**15**	8	8	8	8	7	5	5	8	**119**
7,8 »	14	**14**	17	**15**	6	6	6	7	6	**6**	6	8	111
9,10 »	12	11	10	6	1	1	1	3	3	4	5	8	65
11,12 »	11	7	6	2	0	0	0	1	1	2	5	7	42
1,2 s.	10	5	5	2	0	0	0	0	1	4	7	7	41
3,4 »	9	4	4	2	0	0	0	2	3	5	8	8	45
5,6 »	10	6	5	3	1	2	2	2	4	5	6	7	53
7,8 »	9	7	6	4	3	4	5	3	3	2	4	5	55
9,10 »	7	6	8	7	3	4	5	3	3	4	4	4	58
11,12 »	6	6	9	9	4	2	2	2	2	3	4	4	53
Total.	**123**	**96**	**112**	**80**	**36**	**37**	**39**	**43**	**44**	**50**	**63**	**77**	**800**

B. *5 et au-dessous.*

Heures.	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Années.
1,2 m.	44	34	50	42	31	33	48	37	30	28	29	20	426
3,0 »	49	37	53	42	31	36	54	40	32	**33**	**36**	37	480
5,6 »	**52**	**42**	**63**	**52**	**38**	**42**	**58**	**42**	32	**33**	35	**38**	**527**
7,8 »	50	41	**63**	50	32	33	49	40	**33**	32	33	37	493
9,10 »	48	37	47	34	17	18	26	25	21	28	30	36	367
11,12 »	47	30	31	17	10	9	16	14	12	20	27	36	269
1,2 s.	47	26	23	14	7	8	10	10	11	19	29	36	240
3,4 »	41	24	20	12	8	11	14	13	14	21	28	32	238
5,6 »	36	22	20	14	12	13	20	15	16	19	23	27	237
7,8 »	32	22	28	23	21	23	35	23	19	18	19	24	287
9,10 »	35	25	36	33	27	33	46	33	24	22	24	27	365
11,12 »	41	31	46	39	30	33	48	35	25	22	23	28	401
Total.	**522**	**371**	**480**	**372**	**264**	**292**	**424**	**327**	**269**	**295**	**336**	**378**	**4,330**

Tab. XXIII. *Vienne.* (5 années).

Nombre des observations notant 2 kilomètres par heure et au-dessous.

Heures.	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Années.
1,2 m.	**81**	71	37	45	44	49	32	51	56	54	52	96	668
3,4 »	**81**	**76**	41	51	54	64	39	60	59	54	50	89	718
5,6 »	79	71	**42**	**58**	**66**	**78**	**49**	**73**	69	63	54	90	**792**
7,8 »	73	68	40	**58**	60	67	41	**73**	**72**	**68**	**55**	**90**	765
9,10 »	74	60	28	33	30	32	19	40	45	51	52	90	554
11,12 »	64	47	16	13	13	13	8	14	19	27	36	75	345
1,2 s.	54	39	12	8	8	8	4	4	10	18	30	65	260
3,4 »	56	38	13	8	10	10	5	6	12	21	34	68	281
5,6 »	64	46	17	12	13	13	7	14	19	28	39	76	348
7,8 »	66	52	25	22	17	18	11	22	29	35	43	77	417
9,10 »	72	61	28	27	24	26	17	31	35	39	45	84	489
11,12 »	78	65	31	36	34	36	22	42	47	50	50	92	583
Total.	**842**	**694**	**330**	**371**	**373**	**414**	**254**	**430**	**472**	**508**	**540**	**992**	**6,220**

Tab. XXIV. *Valencia.* (7 années).

Nombre des observations notant 2 lieues anglaises par heure et au-dessous.

Heures.	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Années.
1,2 m.	18	20	37	29	44	43	51	73	36	35	**24**	29	439
3,4 »	**20**	22	**45**	**35**	**53**	48	**53**	**75**	35	34	23	**31**	**474**
5,6 »	19	**23**	**45**	34	51	46	50	74	36	36	21	30	465
7,8 »	**20**	**23**	40	24	30	26	33	50	30	32	22	28	358
9,10 »	18	17	27	13	12	9	12	20	16	23	21	30	218
11,12 »	15	9	8	3	2	1	3	6	5	11	14	26	103
1,2 s.	11	6	4	0	0	0	2	2	2	3	7	17	54
3,4 »	11	4	2	0	0	0	2	2	2	4	9	17	53
5,6 »	14	7	5	1	1	1	3	7	6	11	14	23	93
7,8 »	16	12	15	6	7	9	14	24	16	24	20	28	191
9,10 »	18	19	30	17	23	22	33	52	31	34	23	29	331
11,12 »	17	20	35	25	38	37	48	71	**38**	**37**	23	28	417
Total.	**197**	**182**	**293**	**187**	**261**	**242**	**304**	**456**	**253**	**284**	**221**	**316**	**3,196**

Tab. XXV. *Falmouth.* (7 années).

A. *Nombre des observations notant 2 lieues anglaises par heure et au-dessous.*

Heures.	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Années.
1,2 m.	2	4	3	4	6	9	9	12	6	4	2	4	65
3,4 »	2	4	4	5	7	13	**10**	11	4	4	2	3	69
5,6 »	3	7	7	**7**	**8**	**14**	**10**	**15**	**7**	5	2	3	88
7,8 »	**4**	8	**9**	6	5	7	6	11	**7**	**6**	3	4	76
9,10 »	3	5	3	2	1	0	1	2	3	3	3	4	30
11,12 »	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	7
1,2 s.	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	5
3,4 »	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	8
5,6 »	2	2	2	1	1	2	1	3	3	5	3	2	27
7,8 »	2	2	4	4	4	4	4	8	6	6	4	2	50
9,10 »	3	5	7	4	4	4	5	10	6	5	3	4	60
11,12 »	4	5	5	4	5	6	7	11	6	6	4	4	67
Total.	**31**	**44**	**44**	**37**	**41**	**59**	**53**	**83**	**48**	**46**	**30**	**36**	**552**

B. *5 et au-dessous.*

Heures.	Janv.	Févr.	Mars.	April.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Années.
1,2 m.	19	29	38	34	35	47	56	51	48	32	28	33	450
3,4 »	21	30	41	40	40	50	58	49	46	32	**33**	37	477
5,6 »	26	32	46	**45**	**48**	**59**	**65**	**57**	50	33	32	41	**534**
7,8 »	**30**	**38**	**48**	41	38	43	52	55	**52**	**37**	32	**46**	512
9,10 »	25	31	33	22	13	14	20	27	31	28	27	42	313
11,12 »	18	18	17	8	4	5	6	10	14	16	20	28	164
1,2 s.	13	12	12	8	5	7	7	9	10	12	16	24	135
3,4 »	11	12	12	10	8	12	15	15	16	16	17	24	168
5,6 »	11	14	19	20	15	21	24	29	30	23	21	25	252
7,8 »	18	23	30	28	22	30	37	37	38	27	29	33	352
9,10 »	22	28	35	32	31	39	48	45	46	33	34	40	433
11,12 »	19	26	35	33	34	43	55	54	51	35	28	35	448
Total.	**233**	**293**	**366**	**321**	**293**	**370**	**443**	**438**	**432**	**324**	**317**	**408**	**4,238**

Tab. XXVI. *Aberdeen.* (7 années).

A. *Nombre des observations notant 2 lieues anglaises par heure et au-dessous.*

Heures.	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Années.
1,2 m.	5	3	2	6	7	10	14	14	8	3	2	2	76
3,4 »	6	2	3	7	9	12	15	14	8	4	2	2	84
5,6 »	3	2	3	7	9	14	17	14	7	4	2	1	83
7,8 »	3	2	2	3	4	6	7	10	6	4	2	0	49
9,10 »	4	2	1	1	1	0	1	3	3	3	2	0	21
11,12 »	3	1	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	10
1,2 s.	2	1	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	9
3,4 »	4	2	0	0	0	0	0	1	1	3	2	2	15
5,6 »	4	2	2	1	0	1	3	5	5	4	2	1	30
7,8 »	2	2	2	5	5	7	10	10	7	4	2	0	56
9,10 »	2	2	2	8	8	13	14	12	8	4	2	0	75
11,12 »	3	2	2	8	8	12	14	12	6	2	2	1	72
Total.	**41**	**23**	**19**	**46**	**51**	**75**	**95**	**95**	**61**	**39**	**24**	**11**	**580**

B. *5 et au-dessous.*

Heures.	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Années.
1,2 m.	54	54	45	67	80	129	**138**	**135**	**91**	**63**	**40**	52	**948**
3,4 »	55	58	47	**72**	79	**130**	135	131	85	58	38	53	941
5,6 »	**56**	**60**	**50**	**72**	74	115	123	120	81	57	38	**54**	900
7,8 »	51	53	42	49	46	64	76	85	66	49	33	47	661
9,10 »	45	42	26	20	14	21	34	44	43	39	32	44	404
11,12 »	37	27	14	8	6	7	11	18	25	30	29	40	252
1,2 s.	35	25	9	6	5	7	11	15	21	27	30	42	233
3,4 »	39	32	12	10	7	13	19	25	28	33	31	49	298
5,6 »	45	45	26	27	18	31	43	54	52	46	36	49	472
7,8 »	47	49	38	55	51	74	88	94	74	51	36	49	706
9,10 »	51	50	44	67	75	112	123	120	84	55	38	50	869
11,12 »	52	52	46	68	**81**	126	137	132	**91**	62	39	49	935
Total.	**567**	**547**	**399**	**521**	**536**	**829**	**938**	**973**	**741**	**570**	**420**	**578**	**7,619**

Tab. XXVII. *Glascow.* (7 années).

Nombre des observations notant 2 lieues anglaises par heure et au-dessous.

Heures.	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Années.
1,2 m.	19	13	13	28	21	18	26	23	27	21	13	**25**	247
3,4 »	21	14	14	33	26	23	31	29	28	22	14	24	279
5,6 »	**24**	**15**	**17**	**38**	**39**	**28**	**38**	**35**	**35**	**23**	14	23	**320**
7,8 »	22	13	14	25	18	16	26	30	34	22	12	20	252
9,10 »	18	9	7	8	4	4	8	12	19	17	14	20	140
1112, »	14	5	3	3	1	1	3	3	8	8	10	16	75
1,2 s.	12	4	0	0	0	0	2	2	3	4	5	12	44
3,4 »	8	2	0	0	0	0	2	2	2	2	4	8	30
5,6 »	9	3	2	2	2	2	2	2	2	3	4	10	43
7,8 »	12	5	2	4	3	3	5	5	6	7	7	15	74
9,10 »	13	6	3	6	6	5	9	9	12	11	9	16	105
11,12 »	17	9	7	18	13	11	16	17	20	15	11	22	176
Total.	**189**	**98**	**82**	**165**	**124**	**111**	**168**	**169**	**196**	**155**	**117**	**211**	**1,785**

Tab. XXVIII. *Stonyhurst.* 7 (années).

Nombre des observations notant 2 lieues anglaises par heure et au-dessous.

Heures.	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Années.
1,2 m.	**44**	34	29	47	**65**	57	51	50	47	45	50	52	571
3,4 »	41	33	30	**50**	61	51	48	51	51	48	**54**	**54**	572
5,6 »	41	34	**33**	**50**	59	51	51	**54**	**53**	**49**	53	**54**	**582**
7,8 »	40	**36**	30	39	41	41	31	42	45	48	51	53	497
9,10 »	40	30	19	16	14	9	9	14	22	31	42	45	291
11,12 »	31	20	10	8	7	4	5	8	11	18	29	35	186
1,2 s.	22	13	6	5	4	2	4	7	10	11	20	25	129
3,4 »	20	13	7	5	5	3	5	9	15	15	22	22	141
5,6 »	27	17	11	11	13	11	11	17	25	26	33	29	231
7,8 »	31	24	19	25	27	21	24	33	38	36	39	40	357
9,10 »	38	33	27	42	53	46	44	46	45	41	43	47	505
11,12 »	41	34	29	48	**65**	58	**52**	50	48	44	46	49	564
Total.	**416**	**321**	**250**	**346**	**414**	**354**	**335**	**381**	**410**	**412**	**482**	**505**	**4,626**

Tab. XXIX. *Kew.* (7 années).

Nombre des observations notant 2 lieues anglaises par heure et au-dessous.

Heures.	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Années.
1,2 m.	39	29	26	33	52	57	**47**	40	71	49	38	**36**	517
3,4 »	39	32	**31**	**39**	**54**	**60**	**47**	**43**	82	54	40	34	**555**
5,6 »	**40**	**33**	**31**	36	49	50	41	40	**84**	**57**	**42**	35	538
7,8 »	39	31	23	20	25	24	22	25	58	44	36	35	382
9,10 »	31	23	14	8	5	5	5	9	28	26	25	26	205
11,12 »	24	16	7	2	2	2	2	5	12	12	13	19	116
1,2 s.	20	11	4	0	1	0	2	2	6	8	12	18	84
3,4 »	26	13	5	1	2	2	2	4	14	13	18	21	121
5,6 »	28	17	9	4	5	5	4	10	33	28	26	23	192
7,8 »	29	21	15	12	15	15	13	21	50	42	31	27	291
9,10 »	34	25	18	18	24	26	22	26	61	46	37	33	370
11.12 »	35	26	20	26	37	39	32	31	65	46	38	35	430
Total.	**384**	**277**	**203**	**199**	**271**	**285**	**239**	**256**	**564**	**425**	**356**	**342**	**3,801**

Tab. XXX. *Armagh.* (7 années).

Nombre des observations notant 2 lieues anglaises par heure et au-dessous.

Heures.	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Années.
1,2 m.	28	27	32	**41**	**58**	**72**	**80**	**85**	**61**	44	**20**	29	**577**
3,4 »	28	**28**	**34**	**41**	**58**	68	76	80	60	45	19	27	564
5,6 »	28	26	32	35	52	60	70	77	59	**48**	19	27	533
7,8 »	**31**	26	30	25	31	34	44	56	48	44	**20**	**31**	420
9,10 »	30	22	18	9	11	14	20	25	30	32	19	28	258
11,12 »	25	15	8	3	3	7	11	14	15	18	13	23	155
1,2 s.	20	10	4	2	3	4	8	10	12	14	10	20	117
3,4 »	18	9	4	2	4	4	6	9	13	17	11	20	117
5,6 »	17	11	5	5	6	9	11	16	17	19	11	18	145
7,8 »	20	14	11	9	13	20	26	30	26	26	13	19	227
9,10 »	28	20	18	17	28	39	50	56	44	38	17	26	381
11,12 »	30	24	27	33	50	63	73	76	55	41	19	29	520
Total.	**303**	**232**	**223**	**222**	**317**	**394**	**475**	**534**	**440**	**386**	**191**	**297**	**4,014**

ment l'incertitude par suite d'observations trop peu nombreuses. La minuscule s veut dire qu'il y a un maximum secondaire pendant la nuit, une S majuscule que ce maximum est plus fort que celui de midi. (Tab. XXXI, a, b.)

Ces chiffres montrent d'abord comment pendant le jour la fréquence des vents forts augmente régulièrement dans la plupart des stations de l'hiver à l'été et diminue ensuite. C'est ainsi qu'à Upsal et à Glascow sur 100 vents forts et tempêtes, il y en a 60 environ qui arrivent pendant la moitié du jour en Janvier, tandis qu'en Juin il y en a 80. De toutes les stations, il n'y a, semble-t-il, que Valencia et en particulier Vienne où cette augmentation vers l'été soit moins régulière: la période y est aussi moins fortement marquée. Ce sont justement les localités qui se distinguent par des maxima secondaires pendant la nuit: c'est surtout le cas de Vienne.

Les maxima secondaires sont aussi ordinaires dans la période de fréquence des tempêtes que faibles et rares dans la marche diurne normale de la force du vent aux stations que nous avons étudiées jusqu'ici. Nous ne croyons pas qu'ils proviennent de causes purement accidentelles, ni qu'ils disparaissent, si l'on emploie des observations de plusieurs années. En effet, le nombre d'années que nous avons traité, n'est pas peu considérable; de plus ces maxima secondaires se présentent plusieurs mois de suite. Rigoureusement parlant, ils se montrent au moins une partie de l'année à toutes les stations traitées ici, sauf peut-être Upsal et Kew. A Pétersbourg, ils n'apparaissent qu'avec les vents d'une force de 40 kilom. à l'heure et au-dessus. Les stations anglaises les remarquent surtout pendant l'hiver. Le moment habituel de leur apparition semble être vers minuit, quelquefois plus tôt (Aberdeen), quelquefois plus tard (Stonyhurst, Falmouth).

La période diurne des temps calmes est bien plus uniforme aux différentes stations; en général elle a aussi un développement plus puissant.¹) C'est ce que l'on voit aussi dans le tableau suivant, analogue à celui que nous venons de citer pour les tempêtes et les vents forts. (Tab. XXXII.)

---

¹) Il ne faut pas confondre ce résultat, se rapportant exclusivement à la fréquence, avec le fait contraire en apparence, que nous avons signalé précédemment dans la période diurne de la force du vent.

Tab. XXXI. *Nombre de tempêtes et de grands vents pendant les 12 heures de la journée où ils se rencontrent le plus.*

A. (*Le nombre est la proportion sur cent du total mensuel.*)

Mois.	Upsal.		S:t Pétersbourg.		Vienne.			Valencia.	
	10 m. par s. et au-d.	12 m. par s. et au-d.	30 k. par p. et au-d.	40 k. par h. et au-d.	50 k. par h. et au-d.	60 k. par h. et au-d.	70 k. par h. et au-d.	30 m. par h. et au-d.	35 m. par h. et au-d.
Janvier	59	65	53	59 S	54 s	57 s	57 s	51 s	52 s
Février	61	67	54	56 s	63 s	59 s	59 s	52 s	52 s
Mars	64	72	57	61 s	57 s	60 s	62 S	55 s	54
Avril	71	(72)	62	69	58 s	58 s	59 S	58 s	57 s
Mai	81	(85)	75	(100)	53 S	65 S	61 S	58 s	58 s
Juin	88	(100)	80	68 s	55 S	57 S	55 S	58 s	55 s
Juillet	97	(100)	75	(60 S)	59 S	66 S	(63 S)	59	54
Août	(100)	—	64	60 S	58 S	(67 S)	(100 S)	57 s	58 s
Septembre	70	(100)	59	55 S	60 S	81 S	—	55 s	52 s
Octobre	60	(56)	56	60 S	53 S	60 S	(64 s)	54 s	54 s
Novembre	59	(58)	53	56 S	54 S	56 S	61 S	53 s	53 s
Décembre	58	(55)	53	56 S	53 s	56 s	55 s	52 s	52 s

B. (*Contin.*)

Mois.	Falmouth.		Aberdeen.		Glascow.		Stonyhurst.		Kew.		Armagh.	
	30 m. par h. et au-d.	35 m. par h. et au-d.	30 m. par h. et au-d.	35 m. par h. et au-d.	30 m. par h. et au-d.	35 m. par h. et au-d.	30 m. par h. et au-d.	35 m. par h. et au-d.	30 m. par h. et au-d.	35 m. par h. et au-d.	30 m. par h. et au-d.	35 m. par h. et au-d.
Janvier	56	57 s	54 S	58 S	59 s	57	57 s	63 s	62	(50)	58 S	65 S
Février	57	58 s	58	57 s	63 s	62	63	65	63	72	58 S	63 S
Mars	59	57 s	61	71 s	65	67	68	78 s	69	81	59 s	71
Avril	61	59 s	66	64	68	(100)	70	100	77	92	64 s	79
Mai	68	65 s	69	(100)	78	(88)	68	—	77	(100)	—	—
Juin	73	75	(92)	—	82	(100)	(100)	—	(100)	—	(100)	—
Juillet	73	78	(50)	(100)	73	(100)	(75)	—	—	—	—	—
Août	69	61	72	(95)	84	(100)	(74)	—	(100)	—	(100)	—
Septembre	59	60 s	60	(57)	66	69	67	(71)	(70)	—	—	—
Octobre	55	55 s	58	58 s	63	68	64 s	65 S	68	(91)	(58 S)	—
Novembre	54	54 s	53 s	53	60	61	57	58 s	64	58	61 S	(55 s)
Décembre	53	56 s	53 S	54 S	59	61	56 S	56 S	60	(80)	55 S	56 s

Il n'y a guère de maximum de calme à un autre moment du jour qu'à l'ordinaire, c'est-à-dire dans les premières

Tab. XXXII. *Nombre de temps calmes pendant les 12 heures les plus calmes du jour.*

(*Le nombre indique la proportion sur cent du total mensuel.*)

Mois.	Upsal.	S:t Pétersbourg.	Vienne.	Valencia.	Falmouth.	Aberdeen.	Glascow.	Stonyhurst.	Kew.	Armagh.
Janvier	59	61	55	57	61 s	(65)	64	59	59	58
Février	64	66	59	70	77 s	(56)	74	64	64	66
Mars	70	70	66	79	82 s	(74)	88	71	74	78
Avril	84	76	76	88	81	90	91	80	86	86
Mai	90	86	77	91	85	90	92	83	89	87
Juin	96	87 s	79	92	90	91	91	86	90	85
Juillet	94	87 s	79	88	89	88	86	83	88	83
Août	93	77	79	87	84	79	86	77	80	83
Septembre	83	70 s	72	81	79	72 s	83	70	74	75
Octobre	73	62 s	67	77	72 s	62 s	77	67	69	67
Novembre	65	59 S	58	62	67 s	(50)	77	62	65	61
Décembre	59	60 s	55	56	64 s	—	64	61	61	58

heures du matin. Mais comme il n'est pas possible de distinguer rigoureusement les véritables temps de calme des vents très faibles dont la force est inférieure aux constantes de frottement, il se peut que la fréquence des temps calmes ait aussi des maxima et des minima secondaires; mais c'est peu probable.

On aurait pu non sans raison s'attendre à une correspondance plus intime entre les périodes dans la fréquence des tempêtes et des temps calmes; les maxima secondaires des premiers demanderaient des minima correspondants chez ces derniers. Ce n'est pourtant nullement le cas: l'heure du minimum de la fréquence des tempêtes ne coïncide pas avec celle de la plus grande fréquence des calmes. Il y a même au moins un exemple où les tempêtes et les calmes ont leur maximum de fréquence presque au même moment de la journée. C'est Vienne. Pendant les mois de juin à septembre, de 11 heures du matin à une heure de l'après-midi — c'est-à-dire pendant les heures où il y a le plus de vent dans les autres localités — on n'a dans les cinq années combinées, que *9* observations d'une force atteignant 60 kilom.

à l'heure et au-dessus; aux mêmes heures de la nuit on n'en a pas moins de *60*. Le nombre de calmes pendant les heures correspondantes était respectivement de 55 et de 236.

Nous n'entrerons pas davantage dans le détail de nos tableaux. C'est à la théorie d'expliquer ces détails ainsi que le phénomène remarquable que nous avons exposé dans nos mémoires, savoir la *période diurne des tempêtes*.

Elle expliquera l'augmentation de force du vent et de la tempête pendant le jour, non moins que le calme profond pendant la nuit. Elle dira pourquoi ce calme, même en hiver, se trouve en rapport intime avec un ciel clair et pourquoi la force croissante de vent dépend plus ou moins de la quantité de nuages (Mém. 1, p. 17—19; Mém. 2 et 3, passim). La théorie nous fera connaître pour quelle cause la période diurne de la force du vent est en somme identique dans des régions si diverses de minima et de maxima barométriques ou par des vents différents; mais elle devra aussi nous rendre compte des divergences qui se rencontrent en certaines localités. (Mém. 1, p. 6—14).

Elle nous fera voir pourquoi, par une tempête aussi bien que par un temps plus calme, le maximum diurne de la force du vent apparaît dans la plupart des cas presque partout pendant le jour, en particulier juste après midi, et le minimum pendant la nuit (Mém. 2, p. 11, 19, 20, 23).

La théorie nous montrera pour quelles raisons la croissance diurne de la force du vent ou de sa vitesse vers le milieu du jour, est en tant d'endroits plus grande par un temps de vent et de tempête que par un vent moins fort, et partant, les extrêmes plus accentués. Elle devra également nous dire pourquoi cela n'a pas lieu en certaines régions (Mém. 1, p. 15—16, Mém. 2 et 3, I^e et II^e part.).

Elle a à nous expliquer le fait que, en un certain nombre de localités, et par un temps de tempête, le vent atteint son maximum d'intensité et ces tempêtes deviennent plus nombreuses *à midi* ou même *avant*, c'est-à-dire avant l'heure tropique de la température, mais après l'heure du maximum barométrique du matin, tandis qu'en d'autres endroits cela n'arrive que plus tard (Mém. 3 III^e part.)

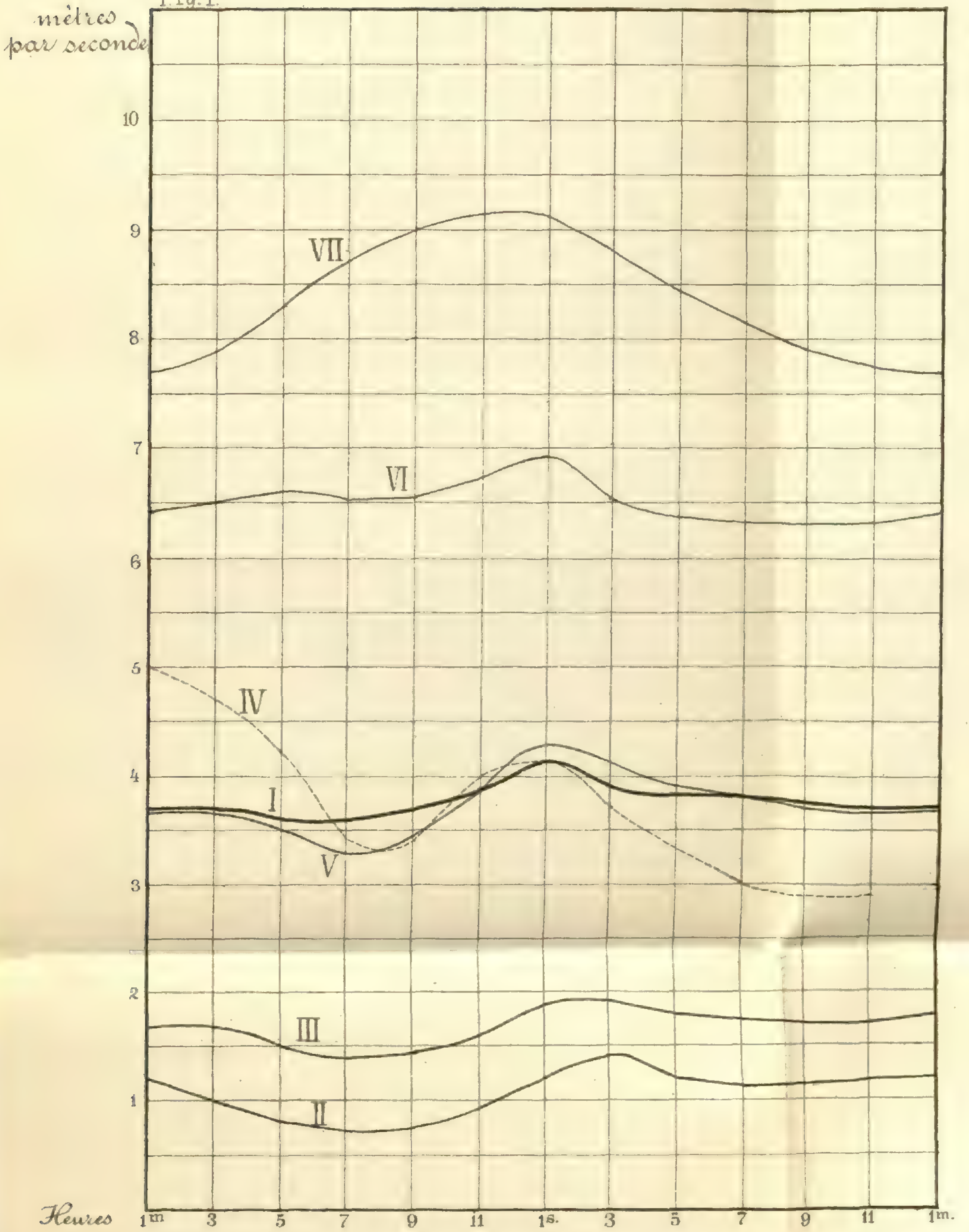
La théorie trouvera la raison pour laquelle en tant d'endroits et surtout pendant certaines saisons un maximum secondaire dans la fréquence des tempêtes se présente vers minuit, — c'est-à-dire après le maximum barométrique du soir, mais avant le minimum de la température nocturne; et pourquoi aussi ce maximum peut parfois dépasser celui du jour (Mém. 3 III^e part.)

Il n'entre pas dans le but de ce mémoire de chercher à décider jusqu'à quel point les essais d'interprétation publiés jusqu'ici apportent une solution satisfaisante aux questions que nous venons de poser. Mais on voudra bien nous permettre de répéter ici ce que nous avons pris la liberté de dire dans une occasion précédente: «il reste assurément encore bien des faits à découvrir et à expliquer, avant que le phénomène soit mûr pour une vraie théorie.»

Marche diurne de la vitesse du vent à Upsal.

Hiver.

Fig. I.



I Marche normale.

II 29 jours clairs à vitesse moyenne de 0,0–2,0 mètres par seconde.

III 51 „ „ „ „ „ 0,0–3,0 „ „

IV 35 „ „ „ „ „ 3,0–5,0 „ „

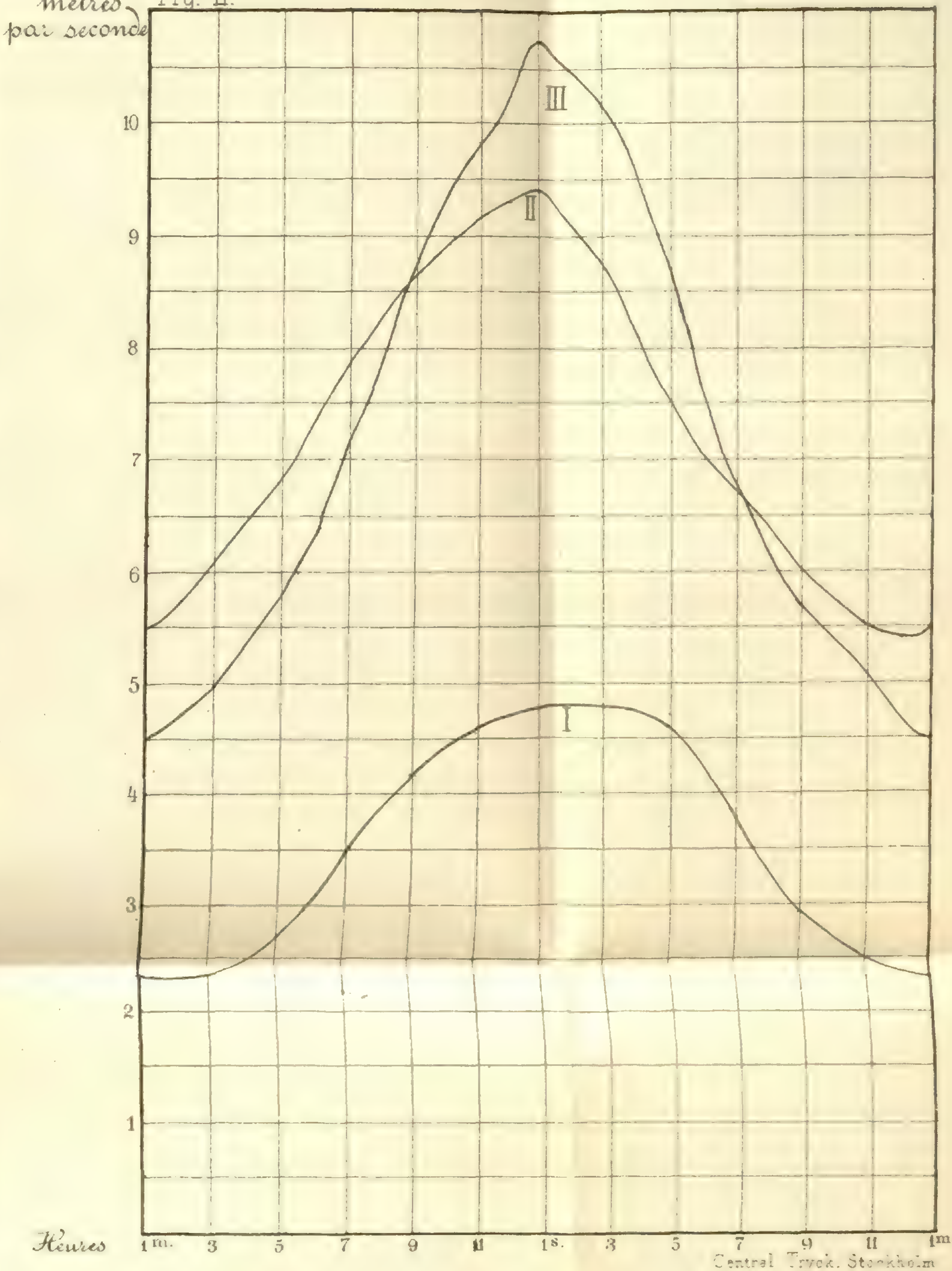
V „ „ „ „ „ „ „ „ „ modifiée.

VI 19 „ „ „ „ „ 5,0 mètres par sec. et au dessous.

VII 56 jours à vitesse moyenne de 7,0 „ „ „ „ „

Été.

Fig. II.



Central Tryck. Stockholm

I Marche normale.

II 19 jours à vitesse moyenne diurne de 7,0 mètres par seconde et au dessous.

III 23 jours à maximum diurne de 11 mètres par seconde et au dessous.

BIHANG TILL K. SVENSKA VET.-AKAD. HANDLINGAR. Band. 8. N:o 8.

8-8
11

DIE MUSKELZUCKUNG

IN IHRER ABHÄNGIGKEIT VON

DER STÄRKE ELEKTRISCHER REIZUNG

VON

ROBERT TIGERSTEDT UND A. WILLHARD.

MITTHEILUNG VOM PHYSIOLOGISCHEN LABORATORIUM DES CAROLINISCHEN INSTITUTS IN STOCKHOLM.

MIT 3 TAFELN.

DER K. SCHWED. AKAD. DER WISS. MITGETHEILT DEN 11 APRIL 1883.

STOCKHOLM, 1883.
KONGL. BOKTRYCKERIET.
P. A. NORSTEDT & SÖNER.

I.

Die Frage von dem Verhältniss zwischen Reizgrösse und Muskelarbeit wurde erst im Jahre 1861 von L. **Hermann** aufgenommen [1]. Dieser Forscher belastete den Muskel mit verschiedenen Belastungen und suchte für jede Belastung diejenige Stärke des Reizes (= eines constanten Stromes) auf, welche genügend war um eine eben merkliche Hebung der Belastung hervorzurufen. Hierbei fand er jedoch, sobald die Unregelmässigkeiten der ersten Versuche überwunden waren, in den Reizgrössen eine von der Belastung ganz unabhängige Constanz. Die Erklärung dieses überraschenden Resultats fand er in der Theorie **Webers** und suchte dann seine Hauptaufgabe zu lösen dadurch, dass er die Reizstärken ermittelte welche gerade stark genug waren, um ein als Ueberlastung angebrachtes Gewicht um ein Minimum zu heben. Wenn mit π die Ueberlastung und mit $F(\pi)$ die durch dieselbe bewirkte Dehnung bezeichnet wird, so ergiebt sich für die solcherart bestimmte Muskelarbeit der Werth $\pi . F(\pi)$. Die verschiedenen Arbeitswerthe verhalten sich also durchaus nicht wie die Ueberlastungen, sondern wie die Producte aus diesen in die Dehnungen, welche sie am ruhenden Muskel bewirken würden, sie wachsen also schneller als jene.

Von seinen, nach der Ueberlastungsmethode ausgeführten Versuchen hat **Hermann** nur einen einzigen veröffentlicht. Das Gesetz, nach welchem die Muskelarbeit bei steigender Intensität des Reizes zunimmt, spricht er später folgendermassen aus: »Es ergab sich, dass bei gleichmässigem Wachsthum der verlangten Energie die Reizgrössen anfangs langsam, dann schneller wachsen und bald nicht mehr erreicht werden. Mit andern Worten: bei gleichmässig zunehmenden Reizgrössen wachsen die Energieen zuerst schnell, dann immer langsamer und erreichen bald ein Maximum» [2].

---

[1] L. **Hermann**, Archiv f. Anatomie und Physiologie, 1861, s. 369—396.

[2] **Hermann**, Handbuch der Physiologie, I, 1, s. 108. 1879.

Wenn wir aber den von HERMANN veröffentlichten Versuch durchrechnen, so finden wir gar nicht ein solches Gesetz. Bei seinem Ueberlastungsversuch betrug die den Muskel dehnende Belastung 5 Gram; nach und nach wurde die Ueberlastung immer vergrössert und dann ergaben sich die folgenden Werthe für die entsprechende Reizgrösse, welche genügend war um die Ueberlastung um ein Minimum zu heben.

N:o	Ueberlastung + Belastung.	Rheochordlänge.
1	5 Gram	21 Ctm.
2	15 »	23 »
3	35 »	27 »
4	55 »	40 »
5	75 »	57 »
6	105 »	74 »
7	255 »	122 »
8	305 »	wird nicht erreicht [1].

Wenn wir die Reochordlängen (x) in die Ueberlastungen (y) dividiren, so erhalten wir

N:o	$\frac{y}{x}$
1	0,24
2	0,66
3	1,29
4	1,37
5	1,31
6	1,42
7	2,09
8	0,

d. h. zwischen Ueberlastung 35 grm bis Ueberlastung 105 (N:o 3—6) steigt die Ueberlastung genau proportional der Reizgrösse; darunter steigt sie langsamer und darüber (N:o 7) schneller; zwischen 255 und 305 Gram liegt dann das Maximum. Wenn man nun bedenkt, dass die Muskelarbeit $\pi . F(\pi)$ nicht proportional der Ueberlastung π ist, sondern dass $F(\pi)$ mit π wächst, so ergiebt sich a fortiori, dass der angeführte Versuch HERMANNS sein Gesetz gar nicht beweist.

In sehr eingehender Weise wurde die uns beschäftigende Frage von A. FICK behandelt. Sowohl mit Inductionsschlägen als mit absteigenden constanten Strömen von kurzer Dauer reizte er den Muskel vom Nerven aus und mass die von ungleich starken Reizen hervorgerufene Muskelarbeit durch das Product der bei jedem Versuch constanten Belastung in der Zuckungshöhe [2]). Das Ergebniss seiner Untersuchungen fasst er in folgender Weise zusammen: »Die Muskelarbeit ist Function der Stärke eines während einer bestimmten kurzen Zeit den Nerven durchfliessenden elektrischen Stromes. Diese Function hat den Werth Null für alle Werthe der Stromstärke, welche unter einer gewissen endlichen Grenze liegen. Wächst die Stromstärke über diese Grenze hinaus, so wächst der Werth der Function von Null an continuirlich und proportional dem Wachsthum der Stromstärke. Ueberschreitet die Stromstärke einen gewissen Werth, so hört das Wachsthum der Muskelarbeit plötzlich discontinuirlich auf, und sie behält für jeden grösseren Werth der Stromstärke den in proportionalem Wachsen erreichten Maximalwerth» [1]).

---

[1]) HERMANN, Archiv f. Anatomie und Physiologie, 1861, s. 392.

[2]) FICK, Untersuchungen über elektrische Nervenreizung, Braunschweig 1864; *Derselbe*, Studien über elektrische Nervenreizung, Festschrift für E. H. Weber, Würzburg 1871.

Wenn wir die von Fick als Belege für seine Anschauung mitgetheilten Versuche näher betrachten, so können wir nicht dieselben vollständig beweisend finden. Der Verfasser sucht die Abweichungen durch die veränderte Erregbarkeit des Nerven zu erklären; es lässt sich jedoch nicht läugnen, dass in zwei unter die 6 Versuche, welche er als Probe der Einwirkung eines absteigenden constanten Stromes mittheilt, die Muskelzuckungen gar nicht in einer geraden Linie, sondern in einer, ihre Concavität gegen die Abscissenachse kehrenden gebogenen Linie aufsteigen (S. Fick, Untersuchungen, Figg. 2 und 7, S. 11 u. 13). In der Festschrift für E. H. Weber veröffentlicht Fick drei durch Schliessungsinductionsschläge erhaltene Zuckungreihen. Die obere Verbindungslinie dieser Zuckungen ist ganz deutlich krumm und zwar wendet sie ihre Concavität gegen die Abscissenachse. Diese Versuche sprechen also ganz bestimmt gegen das Gesetz Ficks.

In einer Arbeit über die Abhängigkeit der Muskelzuckung von der Stärke der elektrischen Nervenreizung, welche egentlich den übermaximalen Zuckungen gewidmet ist, schliesst sich A. B. Meyer dem Ansicht Ficks an, dass die Muskelzuckung bis zum ersten Maximum proportional dem Reize wächst, jedoch ohne einen einzigen Versuch darüber mitzutheilen [2]).

---

[1]) Fick, Untersuchungen etc. s. 14, 1864. Wir werden hier von den übermaximalen Zuckungen ganz absehen, um in einer späteren Mittheilung dieselben näher zu studiren.

[2]) A. B. Meyer, Untersuchungen aus dem physiologischen Laboratorium der Züricher Hochschule, herausgegeben von Fick. I, Wien 1869, s. 36—50. (Die Originalabhandlung von Meyer ist v. J. 1867).

Auch LAMANSKY hat sich für das Gesetz FICKS ausgesprochen. Er wandte als Reiz kurzdauernde absteigende Stromstösse an. Die von ihm selbst als gelungen bezeichneten Versuche, welche er in seiner Abhandlung graphisch wiedergegeben hat, sprechen dennoch keineswegs dafür, denn die Ordinaten in seiner Fig. 5 sind nicht in gerader Linie, sondern bilden eine mit ihrer Concavität gegen der Abscissenachse schwach gebogene Linie; die Fig. 7 stellt wieder eine Linie, die gar nichts beweist, dar; also bleibt nur die Fig. 6 als Beweis für die Richtigkeit des Satzes[1]).

Die unter FICKS Leitung von J. J. MÜLLER ausgeführten Versuche über die Grösse des Actionsstromes des Nerven bei wechselnder Stärke des elektrischen Reizes, erlauben keine bestimmte Schlussfolgerungen über das dabei stattfindende Gesetz; aus seinen graphisch wiedergegeben Versuchsergebnissen scheint doch mit grösserer Wahrscheinlichkeit hervorzugehen, dass die Stärke des Actionsstromes nicht proportional der Stärke des Reizes, sondern zuerst schneller und später immer langsamer zunimmt (Vgl a. a. O. z. B. Taf V, Figg. 10 (die untere Curve), 12, 13, 14[2]).

In Zusammenhang mit seinen Studien über die Ermüdung des Muskels sprach sich TIEGEL auch über die Abhängigkeit der Zuckungen von der Stärke des Reizes aus. Er wandte Schliessungsinductionsschläge an und reizte damit den mit 0,5 % Kochsalzlösung ausgespühlten curarisirten Muskel. Die Mittel aus je 20 bei jeder Stromstärke erhaltenen Zuckungen trug er als Ordinaten auf die nach der Stromstärke eingetheilte Abscissenachse. Er theilt nur zwei derartige Versuche mit; aus denselben geht ganz deutlich hervor, dass die Muskelzuckungen bei wachsender Stärke des Reizes zuerst schnell und später langsamer aufsteigen. Näher hat TIEGEL die Frage nicht betrachtet, auch nicht seine Ergebnisse mit denjenigen von FICK zusammengestellt.[3])

Schliesslich hat der eine von uns mittelst mechanischer Nervenreizung die Frage eingehend studirt. Er fand dass wenn der Reiz an Stärke in gerader Linie zunimmt, die Muskelarbeit eine mit ihrer Concavität gegen die Abscissenachse gekehrte gebogene Linie beschreibt, deren Anfangspunkt in der Nähe des Anfangspunktes des Systemes liegt und von hier in Anfangs recht starker Steigung sich aufwärts erhebt, um darauf mit allmählich abnehmender Steigung sich ihrem Maximum asymptotisch zu nähern. 1)

---

[1]) LAMANSKY, Studien des physiologischen Instituts zu Breslau. Herausgegeben von HEIDENHAIN. IV, S. 220 folg., 1868.

[2]) J. J. MÜLLER, Untersuchungen aus dem physiologischen Laboratorium der Züricher Hochschule, I, S. 88—128. 1867.

[3]) TIEGEL, Arbeiten aus der physiologischen Anstalt in Leipzig, X, S. 21, 22; 1875: auch in Berichte der Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften, Math.-phys. Classe. 1875, I, S. 110.

II.

Weil nach dieser geschichtlichen Darstellung die Acten über das Verhältniss zwischen der Stärke des elektrischen Reizes und der Grösse der ausgelösten Muskelzuckung noch nicht als abgeschlossen betrachtet werden können, und weil, wie HERMANN hervorgehoben hat, 2) die zweimal unstetige Curve FICKS mathematisch sehr schwer darstellbar ist, beschlossen wir die Frage eingehend zu studiren unter Anwendung aller üblichen Arten elektrischer Reize. Wir reizten also den Nerven mit sowohl Schliessungs- als Oeffnungsinductionsschlägen in aufsteigender und absteigender Richtung, sowie mit absteigenden kurzdauernden constanten Strömen (Stromstössen). Aufsteigende constante Ströme wandten wir nicht an wegen der Hemmung am positiven Pol. Direct reizten wir den curarisirten Muskel mit Oeffnungsinductionsschlägen.

Um die Inductionsschläge einander genau proportional zu erhalten, kann man bekanntlich zwei Methoden anwenden, indem man entweder die gegenseitige Entfernung der Inductionsrollen proportional der Stärke der Inductionsschläge abstuft oder, bei constanter Entfernung der Rollen, die Stärke des in der primären Rolle kreisenden Stromes proportional verändert. Die erste Methode ist am meisten angewandt. Auch wir prüften zuerst dieselbe, nachdem wir unseren Schlittenapparat nach dem Vorgang FICKS gradirt hatten. Wir fanden dennoch bald, dass es schwer war nach dieser Methode unzweideutige Resultate zu erhalten. Unsere Froschpräparate waren nähmlich so erregbar, dass wir die secundäre Rolle nur um wenige Millimeter der primären Rolle nähern brauchten, um die Muskelzuckungen von Null

---

1) TIGERSTEDT, Studien über mechanische Nervenreizung, I, Helsingfors 1880, S. 82.

2) HERMANN, Handbuch der Physiologie, I, 1, S. 110. 1879.

bis zum Maximum heranwachsen zu sehen. Dabei war die gegenseitige Entfernung zwischen den Rollen so gross, dass die Gradirung des Inductionsapparates nicht mehr mit vollständiger Sicherheit ausgeführt werden konnte, denn die dabei erhaltenen Galvanometer-ausschläge waren nur sehr klein und zeigten unter einander fast unmerkbare Differenzen. Wir konnten daher diese Methode die Inductionsschläge zu gradiren nur bei directer Reizung curarisirter Muskeln anwenden.

Bei indirecter Reizung des Muskels vom Nerven aus sahen wir uns also genöthigt die zweite Methode zu versuchen und erzielten damit ganz vorzügliche Resultate. Bei constanter Entfernung der beiden Inductionsrollen wurde die Stärke des in der primären Rolle kreisenden Stromes mittelst eines einsaitigen Rheochordes proportional verändert. Von der Batterie wurde der Strom an das Rheochord geleitet, und davon mittelst des Rheochordschiebers einen Stromzweig zur primären Rolle abgezweigt. Wenn E die elektromotorische Kraft der Batterie, w, w_1, w_2 die Widerstände der Stammleitung, der Leitung zur primären Rolle und des Rheochordes sind, so ist nach den KIRCHOFF'-schen Gesetzen die Stärke, I, des Stromzweiges in der primären Rolle:

$$I = \frac{E w_2}{w w_1 + (w + w_1) w_2}$$

Wenn w_2 sehr klein im Vergleich mit w und w_1 ist, so verschwindet im Nenner der Produkt $(w + w_1)\, w_2$ gegen $w w_1$ und man erhält

$$I = \frac{E w_2}{w w_1},$$

d. h. wenn w und w_1 constant sind, so ist die Stärke des zur primären Rolle gehenden Stromzweiges genau portional der Entfernung des Rheochordschiebers vom Nullpunkte des Rheochordes.

Um diese Bedingung bei unseren Versuchen zu realisiren, führten wir in der Leitung zur primären Rolle durch einen SIEMENS'schen Rheostat einen Widerstand von 5 bis 10 und mehr S. E. ein. Der Widerstand unseres ganzen 1 Meter langen Rheochordes betrug 0,1 S. E. Als Stromquelle benutzten wir 11 MEIDINGER'sche Elementen, deren Widerstand ungefähr 68,2 S. E. beträgt[1]). Das gegenseitige

---

[1]) S. WIEDEMANN, Die Lehre von der Elektricität, 1, S. 790. 1882.

Verhältniss der Stärke des in der primären Rolle kreisenden Stromzweiges bei den verschiedenen Entfernungen des Rheochordschiebers geht aus der folgenden Tabelle hervor. Bei den zu Grund dieser Tabelle liegenden Berechnungen haben wir von dem Widerstand der Leitungsdrähte und der primären Rolle ganz abgesehen; unsere Resultate gelten somit a fortiori.

Tab. I.

Entfernung des Rheochordschiebers.	Widerstand in der primären Leitung = 5 S. E.			Widerstand in der primären Leitung = 10 S. E.		
Centimeter.	$\frac{w_2}{ww_1}$	Verhältniss der Stromstärken.		$\frac{w_2}{ww_1}$	Verhältniss der Stromstärken.	
		Rh 10 = 1.	*Rh* 50 = 5.		*Rh* 10 = 1.	*Rh* 50 = 5.
10	0,0000293	1,00	—	0,0000147	1,00	—
20	0,0000584	2,00	—	0,0000293	2,00	—
30	0,0000874	2,99	—	0,0000438	2,99	—
40	0,0061163	3,97	—	0,0000584	3,99	—
50	0,0001451	4,96	5,00	0,0000729	4,98	5,00
60	0,0001737	5,94	5,99	0,0000874	5,97	5,99
70	0,0002023	6,91	6,97	0,0001018	6,95	6,98
80	0,0002307	7,88	7,95	0,0001162	7,94	7,97
90	0,0002589	8,85	8,93	0,0001302	8,92	8,96
100	0,0002871	9,82	9,90	0,0001450	9,90	9,95

Wie man aus dieser Tabelle sieht, sind die Stromstärken sehr genau einander proportional, schon wenn der Widerstand in der Leitung zur primären Rolle nicht mehr als 5 S. E. beträgt. Weil in einer grossen Menge unserer Versuche keine Zuckung bei niederer Entfernung des Rheochordschiebers als 50 Ctm auftrat, haben wir auch berechnet das gegenseitige Verhältniss der Stromstärken, wenn die Stärke des Stromes bei 50 Ctm Entfernung des Rheochordschiebers = 5,0 gesetzt wird. Die Proportionalität zeigt sich dann noch vollständiger. Jedenfalls haben wir also Recht die nach dieser Methode abgestuften Inductionsschläge als unter einander genau proportional anzunehmen.

Bei Reizung mit constanten Strömen haben wir derselben Methode uns bedient. Hier kann kein Zweifel darüber stattfinden, dass die Stromstärken unter einander proportional gewesen sind, denn der eigene Widerstand des Nerven ist ja an und für sich ungeheuer gross.

Als Stromunterbrecher bedienten wir uns eines von Marey construirten Apparats, welcher ganz vorzügliche Resultate gab[1]). Die Schliessungsinductionsschläge lösten wir mittelst desselben durch Oeffnung einer Nebenschliessung aus; die Oeffnungsinductionsschläge durch directe Unterbrechung der Leitung. Dabei wurde in bekannter Weise immer der andere Inductionsschlag abgeblendet. Um bei Reizung mittelst constanter Ströme die Oeffnungserregung auszuschliessen machten wir die Schliessungsdauer des Stromes so kurz wie möglich und haben in der folgenden Darstellung unserer Ergebnisse keine anderen Versuche aufgenommen, als solche, bei welchen jede Andeutung einer Oeffnungserregung vollständig fehlte.

Unser Schreibhebel war nach den Principien Mareys und Ficks construirt. Die Belastung war also ganz nahe der Achse des Hebels angebracht und war so klein, dass durch dieselbe nur die nothwendige Ausspannung des Muskels erzielt wurde. Das Gewicht des Hebels betrug nur 1,15 Gram; die Vergrösserung der Muskelzuckung 4,4 mal.

Die Muskelzuckungen wurden auf einen Registrircylinder Mareys aufgezeichnet und zwar unter Anwendung der *imbrication latérale*,[2]) welche eine vorzügliche Eleganz bei den Versuchen erlaubt. Die Reizungen geschahen mit einer Zwischenzeit von je 8 Secunden.

Bei jedem Versuch wurde das Präparat zuerst mit steigender, dann mit sinkender Intensität regelmässig gereizt, um solcher Art den Einfluss der Ermüdung und der Erregbarkeitsveränderung möglichst auszuschliessen. Nach der Präparation wurde das Präparat immer eine Viertelstunde in Ruhe gelassen, damit die durch die Präparation hervorgerufene Erregbarkeitsveränderung ausgeglichen werden sollte.

Wir bedienten uns ausschliesslich des *musc. gastrocnemius.* Mit Ausnahme vom Versuch 21, welcher an einer Kröte ausgeführt ist, sind alle unsere Versuche am Frosche gemacht.

III.

Unsere Versuchsergebnisse sind in den folgenden Tabellen dargestellt. In denselben bedeuten:

---

[1]) Marey, La méthode graphique dans les sciences experimentales. Paris 1878 S. 518.

[2]) Marey, l. c. S. 520.

Rh — die Entfernung des Rheochordschiebers vom Nullpunkte in Centimeter;

S — die Stärke des Inductionsschlages bei Gradirung nach FICKS Methode;

W — der Widerstand in der Leitung zur primären Rolle;

Z — die Grösse der auf den Cylinder gezeichneten Muskelzuckung;

Steig. — dass die Reizung mit steigender Intensität des Reizes stattgefunden ist.

Sink. — dass die Reizung mit sinkender Intensität des Reizes stattgefunden ist.

A. **Indirecte Reizung vom Nerven aus.** I. Inductionsschläge[1].

α. Absteigende Schliessungsinductionsschläge.

Versuch 6.

W = 5 S. E.

		Z	
		I.	II.
N:o.	Rh.	Steig.	Sink.
1	65	1,8	3,1
2	70	4,4	4,3
3	75	5,4	5,0
4	80	6,1	6,15
5	85	6,6	6,2
6	90	6,65	6,6
7	95	6,75	6,7

Versuch 7.

W = 5 S. E.

		Z	
		I.	II.
N:o.	Rh.	Steig.	Sink.
1	44	7,55	6,7
2	46	10,0	9,4
3	48	10,8	10,4
4	50	11,0	11,15
5	55	11,2	11,4
6	60	11,4	11,55
7	65	11,5	11,7
8	70	11,6	11,8
9	75	11,6	11,75
10	80	11,65	11,8
11	85	11,7	11,7
12	90	11,75	11,75
13	95	—	11,8

β. Aufsteigende Schliessungsinductionsschläge.

Versuch 5.

W = 10 S. E.

		Z	
		I.	II.
N:o.	Rh.	Steig.	Sink.
1	40	2,5	0,0
2	45	3,7	4,6
3	50	6,8	7,0
4	55	10,2	10,2
5	60	10,8	11,3
6	65	11,0	11,6
7	70	11,2	11,7
8	75	11,25	11,6
9	80	11,3	11,6
10	85	11,35	11,6
11	90	11,4	11,5
12	95	11,45	11,7

---

[1] In allen diesen Versuchen war die secundäre Rolle vollständig über die mit Eisen gefüllte primäre geschoben.

Versuch 11.

W = 20 S. E.

		Z	
		I.	II.
N:o.	Rh.	Steig.	Sink.
1	44	0,8	—
2	46	4,2	—
3	48	4,0	—
4	50	4,0	—
5	52	6,5	0,0
6	54	7,3	3,85
7	56	7,9	0,5
8	58	8,8	3,95
9	60	8,9	4,6
10	62	9,15	5,95
11	64	10,35	5,85
12	66	10,6	6,85
13	68	10,55	8,5
14	70	10,95	9,6
15	72	10,95	10,2
16	74	11,00	10,75
17	76	11,00	11,00
18	78	11,00	11,05
19	80	11,00	11,15
20	82	11,05	11,15
21	84	11,3	11,5
22	86	11,3	11,5
23	88	11,3	11,4
24	90	11,35	11,5
25	92	11,35	11,65
26	94	11,4	12,15

Versuch 12.

W = 15 S. E.

		Z
N:o.	Rh.	Steig.
1	50	2,3
2	55	3,35
3	60	7,00
4	65	8,7
5	70	9,35
6	75	9,85
7	80	10,2
8	85	10,35
9	90	10,45
10	95	11,1

Versuch 14.

W = 10 S. E.

		Z
N:o.	Rh.	Sink.
1	35	3,35
2	40	6,0
3	45	10,5
4	50	12,0
5	55	12,6
6	60	13,0
7	65	13,0
8	70	13,0
9	75	13,0
10	80	13,0
11	85	13,0
12	90	13,0
13	95	13,2

γ. *Absteigende Oeffnungsinductionsschläge.*

Versuch 16.

W = 25 S. E.

		Z	
		I.	II.
N:o.	Rh.	Steig.	Sink.
1	50	4,1	0,0
2	55	5,5	4,1
3	60	10,45	7,45
4	65	12,55	11,15
5	70	13,35	12,45
6	75	[1] 17,4	14,4
7	80	16,3	15,3
8	85	16,15	[1] 17,35
9	90	18,15	17,65
10	95	18,1	17,65

Versuch 17.

W = 20 S. E.

		Z
N:o.	Rh.	Sink.
1	35	1,2
2	40	1,3
3	45	4,8
4	50	8,45
5	55	10,35
6	60	11,3
7	65	11,85
8	70	12,2
9	75	12,25
10	80	12,25
11	85	12,3
12	90	12,55
13	95	13,0

---

[1] Diese Zuckung ist, wie die folgenden, übermaximal.

Versuch 18.

a.

W = 25 S. E.

		Z	
		I.	II.
N:o.	Rh.	Steig.	Sink.
1	60	5,75	0,3
2	65	11,6	5,5
3	70	16,2	13,15
4	75	18,25	16,55
5	80	19,5	18,8
6	85	19,3	19,5
7	90	19,2	20,0
8	95	19,3	20,2

b.

W = 20 S. E.

1	56	5,5	0,4
2	58	9,3	5,85
3	60	10,25	3,55
4	62	13,5	9,55
5	64	15,35	12,00
6	66	16,75	15,00
7	68	16,6	16,9
8	70	18,95	17,95
9	72	19,4	—
10	74	19,55	—
11	75	—	19,1
12	76	19,65	—
13	78	19,55	—
14	80	19,75	20,00
15	85	—	20,25
16	90	—	20,25
17	95	—	20,5

Versuch 20.

W = 20 S. E.

a.

		Z	
		I.	II.
N:o.	Rh.	Steig.	Sink.
1	40	8,05	7,8
2	45	10,75	11,2
3	50	12,4	12,75
4	55	12,5	13,05
5	60	12,55	13,3
6	65	13,2	13,5
7	70	13,25	13,5
8	75	13,15	13,45
9	80	13,15	13 55
10	85	13,3	13,7
11	90	13,4	13,85
12	95	13,45	13,8

b.

1	40	2,05	0,0
2	42	2,00	2,6
3	44	8,65	2,55
4	46	9,5	2,7
5	48	10,4	8,3
6	50	11,45	10,35
7	52	12,6	—
8	54	12,7	—
9	55	—	13,55
10	56	13,4	—
11	58	13,55	—
12	60	13,85	15,15
13	62	13,95	—
14	64	14,05	—
15	65	—	15,5
16	66	14,05	—
17	68	14,25	—
18	70	14,3	15,55
19	75	—	15,5
20	80	14,6	15,5
21	85	14,5	15,6
22	90	14,4	15,8
23	95	14,4	16,35

Versuch 21.

W = 10 S. E.

		Z	
		I.	II.
N:o.	Rh.	Steig.	Sink.
1	50	4,65	1,90
2	55	6,95	6,05
3	60	10,05	8,65
4	65	12,5	12,3
5	70	13,00	12,95
6	75	13,35	13,55
7	80	13,35	13,6
8	85	13,4	13,7
9	90	13,45	13,65
10	95	13,5	13,8

δ. *Aufsteigende Oeffnungsinductionsschläge.*

Versuch 26.

W = 10 S. E.

N:o.	Rh.	Z Sink.
1	60	1,55
2	65	7,2
3	70	8,8
4	75	9,65
5	80	9,65
6	85	10,35
7	90	10,3
8	95	10,5

Versuch 27.

W = 5 S. E.

a.

		Z	
		I.	II.
N:o.	Rh.	Steig.	Sink.
1	55	—	1,0
2	60	5,3	5,95
3	65	7,0	6,95
4	70	8,9	9,2
5	75	9,6	9,05
6	80	10,3	10,5
7	85	10,5	10,55
8	90	10,6	10,65
9	95	10,7	10,9

b.

		Z	
		I.	II.
N:o.	Rh.	Steig.	Sink.
1	52	3,0	0,95
2	54	4,15	3,55
3	56	6,1	5,8
4	58	6,7	6,0
5	60	8,0	7,15
6	62	8,2	7,5
7	64	8,7	9,15
8	66	9,0	8,7
9	68	9,3	9,5
10	70	9,8	10,1
11	72	9,95	10,2

Versuch 27 *b*. (Forts.)

W = 5 S. E.

		Z	
		I.	II.
N:o.	Rh.	Steig.	Sink.
12	74	10,25	10,4
13	76	10,35	10,6
14	78	10,5	10,6
15	80	10,55	10,8
16	82	10,6	10,9
17	84	10,7	10,85
18	86	10,8	10,95
19	88	10,85	10,95
20	90	11,0	11,0
21	92	11,0	11,1

Versuch 28.

W = 10 S. E.

		Z	
		I.	II.
N:o.	Rh.	Steig.	Sink.
1	40	0,95	—
2	42	2,6	0,0
3	44	5,15	4,9
4	46	6,65	6,65
5	48	7,8	8,0
6	50	8,9	9,1
7	52	9,45	10,0
8	54	9,8	10,4
9	56	10,15	10,75
10	58	10,4	11,05
11	60	10,45	10,9
12	62	10,5	10,9
13	64	10,6	10,9
14	66	10,65	10,85
15	68	10,65	10,9
16	70	10,7	10,85
17	75	10,7	10,85
18	80	10,7	10,85
19	85	10.75	10,8

II. Absteigende constante Ströme.

Versuch 36.

		Z		
N:o.	Rh.	Steig.		
		I.	II.	III.
1	55	5,1	4,9	2,0
2	60	9,4	7,6	4,3
3	65	10,6	10,3	7,8
4	70	11,3	10,9	10,0
5	75	11,6	11,75	10,6
6	80	11,9	11,8	11,1
7	85	12,0	11,85	11,15
8	90	12,3	11,8	11,3
9	95	12,5	11,85	11,25

Versuch 38.

N:o.	Rh.	Z Steig.
1	55	5,8
2	60	7,8
3	65	8,8
4	70	9,4
5	75	9,65

B. Directe Reizung des curarisirten Muskels.

α. Absteigende Oeffnungsinductionsschläge.

Versuch 30, a.

		Z	
		I.	II.
N:o.	S.	Steig.	Sink.
1	4,1	0,65	0
2	7,7	5,00	4,5
3	10,9	6,1	5,85
4	14,4	6,7	6,45
5	18,1	6,8	6,85
6	21,6	7,05	7,15
7	25,2	7,55	7,35
8	28,8	7,85	7,65
9	32,8	8,1	7,9
10	36,4	8,4	8,1

Versuch 32.

a.

		Z	
		I.	II.
N:o.	S.	Steig.	Sink.
1	4,1	0,5	1,15
2	7,7	6,65	7,1
3	10,9	8,85	9,7
4	14,4	10,2	10,8
5	18,1	11,0	11,4
6	21,6	12,0	12,4
7	25,2	12,2	12,65

Versuch 32 *a.* (Forts.)

		Z	
		I.	II.
N:o.	S.	Steig.	Sink.
8	28,8	13,0	12,9
9	32,8	13,4	13,75
10	36,4	13,5	14,4

b.

1	2,8	0,5	0,0
2	4,1	1,3	1,15
3	6,0	4,8	4,8
4	7,7	7,5	8,0
5	9,4	8,65	9,5
6	10,9	10,0	10,85
7	12,8	10,6	11,75
8	14,4	11,35	12.3
9	16.3	11,8	12,7
10	18,1	12,2	13,0
11	19,8	12,65	13,45
12	21,6	12,95	13,7
13	23,5	13,3	14,1
14	25,2	13,75	14,2
15	27,3	13,95	14,4
16	28,8	14,2	14,4
17	30,7	14,5	14,3
18	32,8	14,75	15,2
19	34,6	14,85	15,2
20	36,4	15,00	15,8

β. Aufsteigende Oeffnungsinductionsschläge.

Versuch 30, b.

		Z
N:o.	S.	Sink.
1	9,4	1,3
2	10,9	2,5
3	12,8	3,2
4	14,4	4,4
5	16.3	5,6
6	18,1	6,25
7	19,8	6,9
8	21,6	7,25
9	23,5	7,55
10	25,2	7,55
11	27,3	8,00
12	28,8	8,00
13	30,7	8,15
14	32,8	8,3
15	34,6	9,0
16	36,4	9,6

Versuch 33.

a.

		Z	
		I.	II.
N:o.	S.	Steig.	Sink.
1	6,0	1,55	0,4
2	9,4	5,00	5,75
3	12,8	7,00	8,0
4	16,3	8,3	9,0
5	19,8	9,5	10,1
6	23.5	10,75	11,15
7	27,3	11,05	11,6
8	30,7	11,65	12,05
9	34,6	12,85	12,6

b.

1	6,0	1,35	0,0
2	7,7	4,0	3,7

Versuch 33 *b*. (Forts.)

		Z	
		I.	II.
N:o.	S.	Steig.	Sink.
3	9,4	6,1	6,2
4	10,9	7,35	8,0
5	12,8	8,35	9,3
6	14,4	9,0	9,9
7	16,3	9,6	10,2
8	18,1	10,5	11,1
9	19,8	11,0	11,7
10	21,6	11,5	12.2
11	23,5	11,75	12,6
12	25,2	12,5	13,15
13	27,3	12.6	13,5
14	28,8	13,2	13,85
15	30,7	13,2	14,2
16	32,8	14,1	14,25
17	34,6	14,55	14,5
18	36,4	14,0	14,75

Versuch 35.

a.

		Z	
		I.	II.
N:o.	S.	Steig.	Sink.
1	6,0	0,9	1,2
2	9,4	3,5	2.9

Versuch 35 *a*. (Forts.)

		Z	
		I.	II.
N:o.	S.	Steig.	Sink.
3	12,8	4,05	4,4
4	16,3	5,1	5,2
5	19,8	5,25	5,4
6	23,5	5,5	6,0
7	27,3	6,0	6,25
8	30,7	6,5	6,5
9	34,6	6,9	7,15

b.

1	7,7	2,5	1.7
2	9,4	3,05	2,95
3	10,9	3,6	3,7
4	12,8	4,15	4,1
5	14,4	4,8	4,85
6	16,3	5,3	5,0
7	18,1	5,6	5,9
8	19,8	5,9	6,0
9	21,6	6,2	6,4
10	23,5	6,5	6,5
11	25,2	6,65	6,85
12	27,3	6,8	7,0
13	28,8	6,9	7,0
14	30,7	7,15	7,3
15	32,8	7,25	7,4
16	34,6	7,5	7.55
17	36,4	7,5	7,75

Von diesen Versuchen sind 6I, 12, 14, 17, 18aI, 18aII, 27aI, 27bII, 28I, 36I, 38, 32aI, 32bI, 33aII, 33bII und 35bI auf Taf. I—III abgebildet. In allen Curven entspricht in den Ordinaten jedes Millimeter 0,2 Millimeter der resp. Muskelzuckung; in den Curven 1 bis 11 incl. bedeutet in der Abscisse jedes Millimeter 1 Centimeter des Rheochordes; die darunter angebrachten Ziffern geben die betreffenden Rheochordlängen an. In den Curven 12 bis 16 incl. entsprechen in der Abscisse je zwei Millimeter eine Einheit der Stromstärke; die unter der Abscisse angebrachten Ziffern weisen auf die laufenden Nummern der Reizungen hin.

Als Ergebniss aller dieser Versuche geht unzweideutig hervor, dass

> *bei gleichförmigem Zuwachs der Stärke des elektrischen Reizes die Muskelzuckungen zuerst schnell, dann immer langsamer zunehmen, um schliesslich sich einem Maximum asymptotisch zu nähern. Dieses Gesetz gilt, sowohl bei directer Muskelreizung als bei indirecter von Nerven aus, für constante und inducirte Ströme, in welcher*

Richtung sie den Nerven oder den Muskel durchfliessen mögen.

Bei unseren sehr zahlreichen Versuchen haben wir nur ein Paar Mal eine Andeutung des Gesetzes FICKS gesehen, niemals aber eine vollständige Proportionalität zwischen Reizgrössen und Muskelzuckungen gefunden.

Die Fehlerquellen, welche unsere Versuche möglicherweise unsicher gemacht haben könnten, sind zweier Art, nähmlich 1) die Veränderung der Erregbarkeit des Präparats während eines Versuchs, und 2) die Ermüdung des Muskels. Wie schon hervorgehoben, liessen wir immer unsere Präparate nach der Präparation eine Viertelstunde ruhen, bevor wir mit der Reizung begannen; die durch die Präparation bedingte Erregbarkeitsveränderung war also, mindestens zum grössten Theil, schon vorüber. Die Reizungen geschahen in einem Rhytmus von je 1 Reizung in 8 Secunden; durch jede Reizung wird die Erregbarkeit des Präparates zunächst gesteigert; wenn eine durch den Reiz hervorgebrachte Erregbarkeitsveränderung noch nach 8 Secunden in genügender Stärke stattgefunden hätte, so müssten, kraft dieses Zuwachses der Erregbarkeit, die Muskelzuckungen schneller als sonst zunehmen. D. h. wenn die höchsten Punkte der Muskelzuckungen mit einander durch eine Linie verbunden werden sollten, so würde diese Linie entweder eine gerade sein, oder ihre Convexität gegen die Abscissenachse wenden. Dass die betreffende Linie nach unseren Versuchen ihre Concavität gegen die Abscissenachse wendet, kann also nicht von einer etwaigen, die Erregbarkeit verändernden Nachwirkung des Reizes bedingt sein.

Eine von der Reizung unabhängige Erregbarkeitsveränderung ist natürlich damit nicht ausgeschlossen. Wenn wir aber bedenken, dass ein ganzer Versuch mit 20 Bestimmungen nur 160 Secunden dauerte, so können wir es nicht recht wahrscheinlich finden, dass die Erregbarkeit des Präparats während dieser kurzen Zeit in so hohem Grade sich verändert hätte, dass dadurch das ganze Gesetz ein anderes geworden wäre. Eine solche Annahme ist um so mehr unwahrscheinlich, als dann die supponirte Erregbarkeitsveränderung in allen unseren Versuchen immer in genau derselben Weise sich geltend gemacht hätte.

Eine etwaige Veränderung der Erregbarkeit unserer Präparate kann demnach nicht unsere Ergebnisse getrübt haben.

Bei den wenigen Reizungsversuchen, welche wir mit jedem Präparat machten, ist es auch nicht möglich, dass die Ermüdung eine so hervorragende Rolle gespielt, dass dadurch ein ganz anderes Gesetz als das wirkliche sich dargestellt hätte. Die Belastung des Muskels war ganz minimal und zwar nur so gross, dass der Muskel sehr mässig gedehnt war und nicht schlaff herabhing. Bei einer so geringen Belastung kann ja doch ein Froschgastrocnemius ohne zu ermüden viel zahlreichere und häufigere Versuche aushalten. Ferner hat sich das Gesetz gleich sicher bewährt, ob die Reizung bei steigender oder bei sinkender Intensität des Reizes geschehen ist. Wenn die Ermüdung für unsere Resultate von Belang gewesen wäre, so hätten wahrscheinlich das Steigen und das Sinken der Muskelzuckungen bei steigender und sinkender Intensität des Reizes nicht genau dasselbe Gesetz gefolgt.

Freilich waren bei unseren Versuchen die bei derselben Stärke des Reizes erhaltenen Zuckungen in zwei mit demselben Präparat gemachten Versuchsreihen nur selten einander vollständig gleich; dies ist natürlich von einer geringeren Erregbarkeitsveränderung bedingt, welche ihrerseits ihre Ursache aller Wahrscheinlichkeit nach darin gehabt hat, dass zwischen je zwei Versuchsreihen das Präparat, um sich zu erholen, immer eine längere oder kürzere Zeit in Ruhe gelassen wurde.

Die beiden betreffenden Fehlerquellen waren also, wie uns scheint, von keiner wesentlichen Bedeutung für unsere Resultate. Dagegen haben sie wahrscheinlich einen Einfluss auf die Art und Weise, wie die Muskelzuckungen bei steigender oder sinkender Reizintensität steigen oder abfallen. Im Allgemeinen fallen die Zuckungen bei sinkender Intensität des Reizes ein wenig schneller herab, als sie bei steigender Intensität des Reizes zunehmen. Dieses gilt jedoch nur von den bei der geringsten Stärke des Reizes erhaltenen 2—3 Zuckungen. Hier könnte vielleicht die Ermüdung des Muskels eine Rolle spielen, obwohl deren Einfluss allzu gering ist, um eine Verunstaltung der Versuchscurve zu veranlassen. Möglicherweise kann auch eine zurückbleibende Polarisation die Wirkung des Reizes bei dessen geringsten Werthen ein wenig modificiren.

Die Unregelmässigkeiten, welche in unseren Versuchen trotz aller Genauigkeit zu finden sind, sind jedoch so klein, dass sie das von uns gefundene Gesetz nicht im Mindesten beeinträchtigen. Sie rühren natürlich von unvermeidlichen Schwankungen in der Stärke der Reizung her und zeigen sich meistens bei Nervenreizung mittelst Inductionsschläge. Der Nerv ist, wie schon lange bekannt, mit einer wahrhaft wunderbaren Empfindlichkeit für die geringsten Schwankungen in der Stärke des Inductionsschlages ausgerüstet. Dass diese grosse Empfindlichkeit die wirkende Ursache der betreffenden Unregelmässigkeiten gewesen sein muss, geht daraus hervor, dass sowohl bei Nervenreizung mittelst eines constanten Stromes, wie bei directer Muskelreizung die Zuckungen viel regelmässiger sich darstellten.

Bei Werthen des Reizes, welche in der Nähe der Schwelle liegen, erhält man zuweilen bei Steigerung der Reizstärke zwei oder drei minimale, fast gleich grosse Zuckungen, nach welchen die Zuckungen, bei fortgesetzter Steigerung des Reizes, unserem Gesetz vollständig folgen. Als Beispiel diene der Versuch 17. Diese Unregelmässigkeit scheint von kleinen Schwankungen in der Reizstärke bedingt zu sein, denn eben in der Nähe der Reizschwelle stellt sich der Nerv als besonders empfindlich für die kleinsten Unterschiede der Reizstärke dar.

Das Gesetz, nach welchem die Muskelzuckungen von der Reizgrösse abhängen, steht in innigster Uebereinstimmung mit dem Gesetz, nach welchem die Energie des Muskels bei tetanisirender Reizung sich entwickelt. In ganz derselben Weise, wie beim Tetanus die Zunahme der tetanischen Zuckungshöhe des Muskels für jede folgende Reizung immer kleiner wird, so wird auch bei Reizung mit einzelnen gleichmässig zunehmenden Reizen der Zuwachs der Energie immer geringer.

Bekanntlich hat BOHR neuerdings nachgewiesen, dass die Tetanuscurve eine zu den Asymptoten als Achsen hingeführte Hyperbel darstellt¹). Es liegt nahe zu vermuthen, dass auch bei Reizung mit einzelnen Reizen die Energie des Muskels nach demselben Gesetz sich entwickelt. Unsere auf den Tafeln I—III wiedergegebenen Versuche stellen sämmtlich hyperbolische Curven dar. Mathematisch genaue Hyperbeln sind sie jedoch nicht, wovon wir uns durch Rechnung überzeugt haben. Mit Rücksicht auf die viel complicirteren Versuchsbedingungen, welche im Gegensetz zu den Versuchen

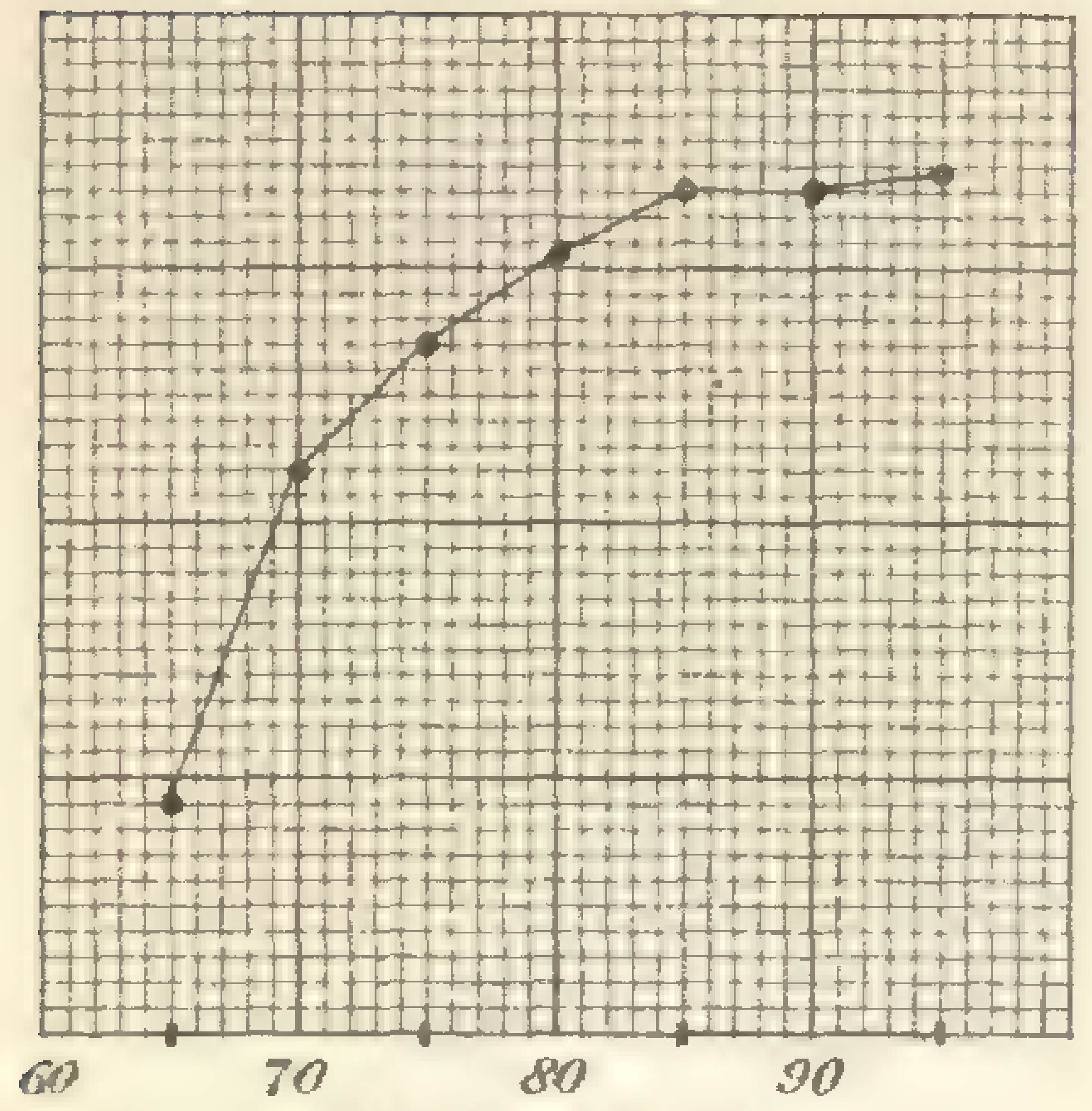
---

¹) BOHR, Archiv für Anatomie und Physiologie, Physiol. Abth 1882, S. 233—284.

über die Tetanuscurve hier vorliegen, war dies uns nicht unerwartet. Wenn die mannigfachen, den Nerven und den Muskel verändernden Einflüsse ganz ausgeschlossen werden könnten, so würde sich wahrscheinlich zeigen, dass auch bei einzelnen Reizungen die Muskelzuckungen in Form einer Hyperbel zunehmen, gleichwie schon jetzt bewiesen ist, dass sie ihr Maximum asymptotisch erreichen.

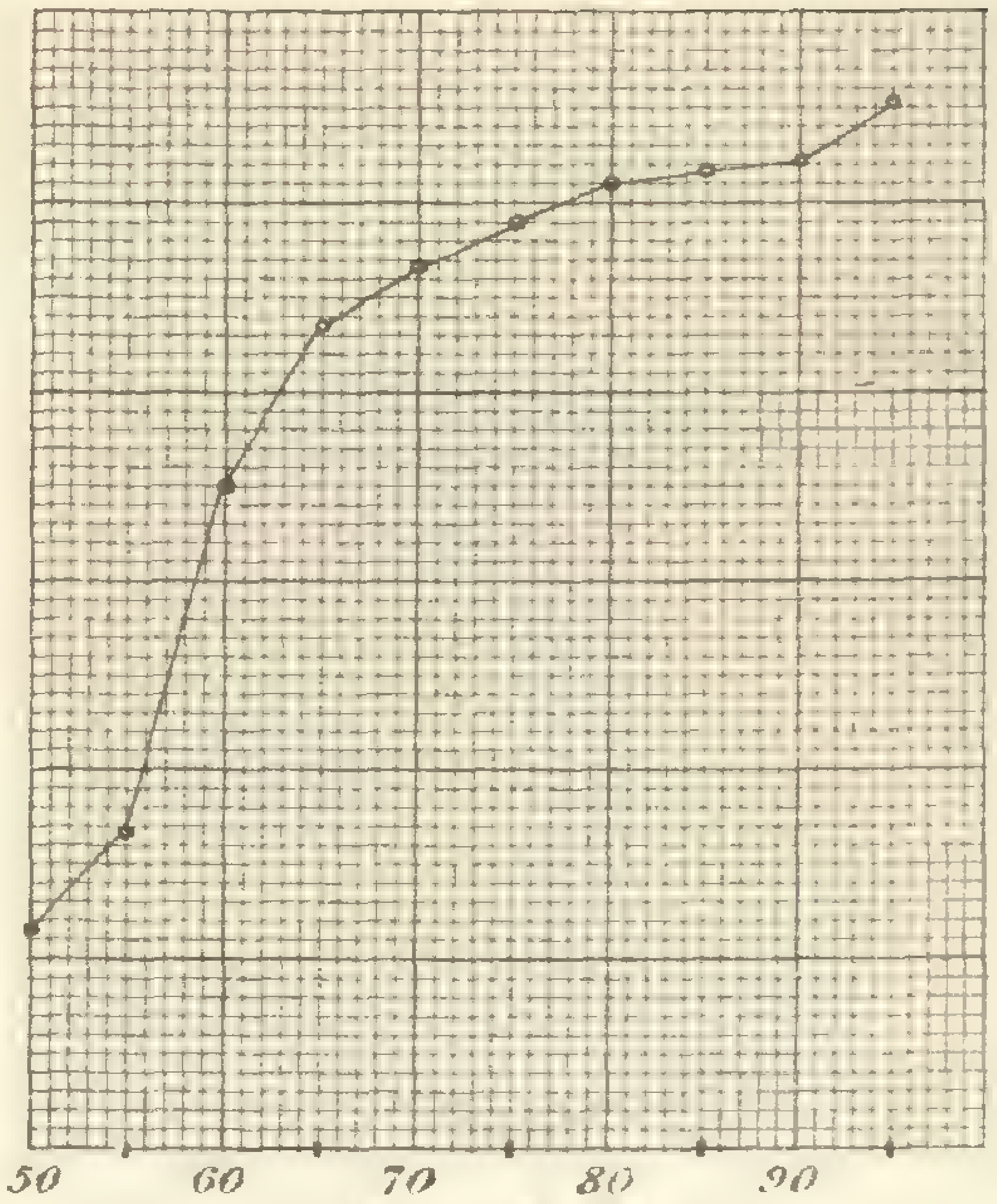
◆

Fig. 1.



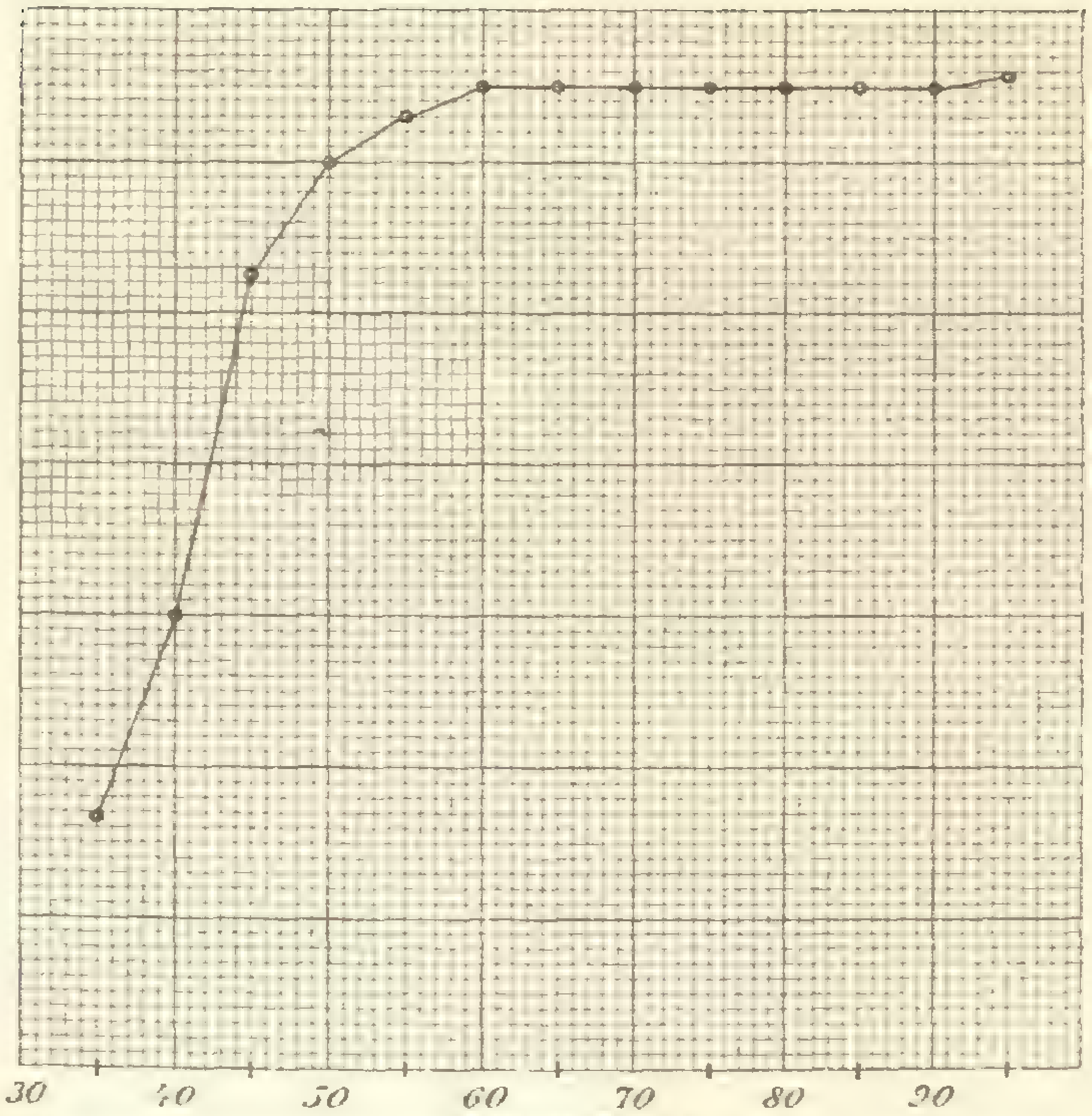
Versuch 6, I.

Fig. 2.



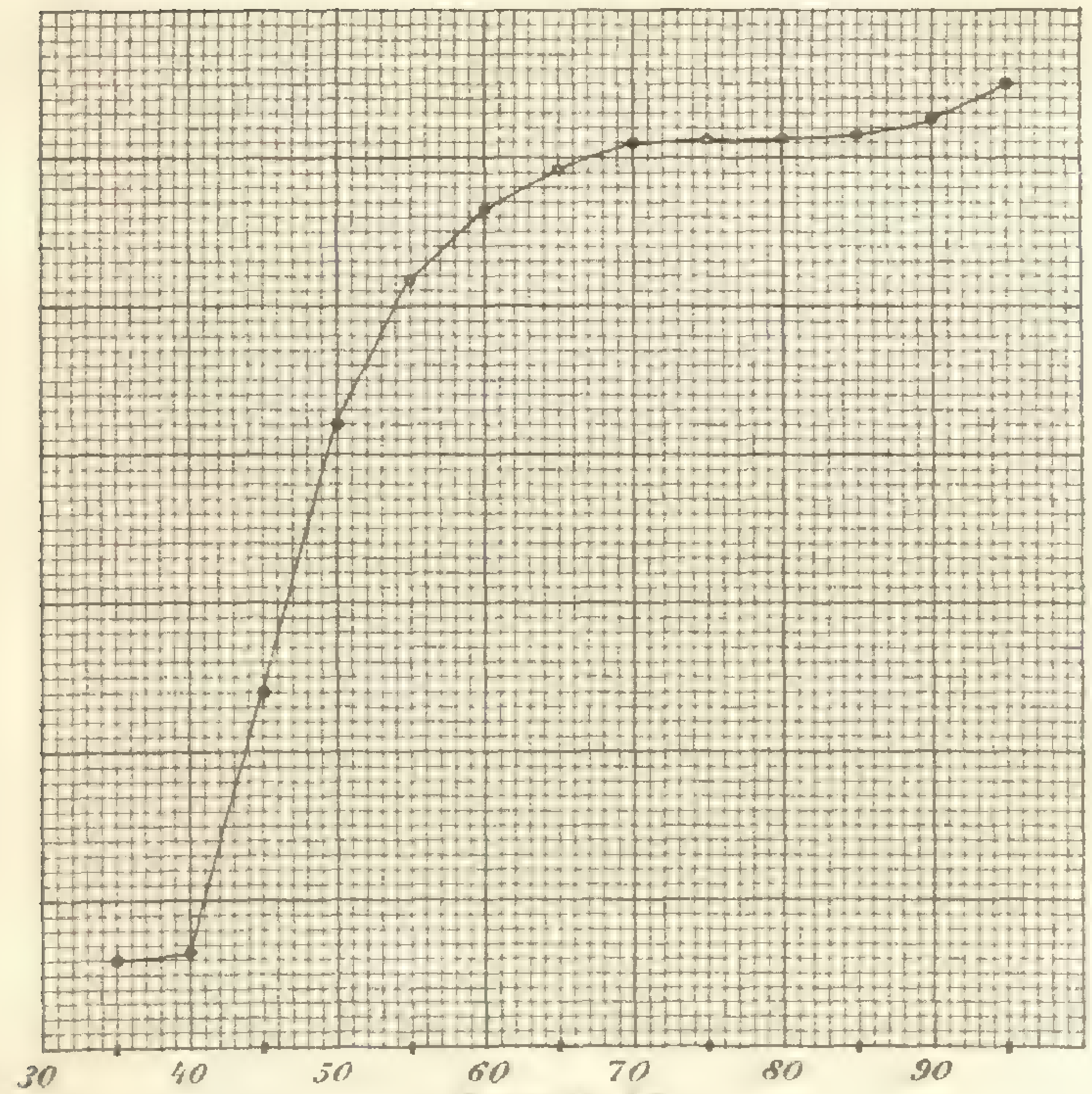
Versuch 12.

Fig. 3.



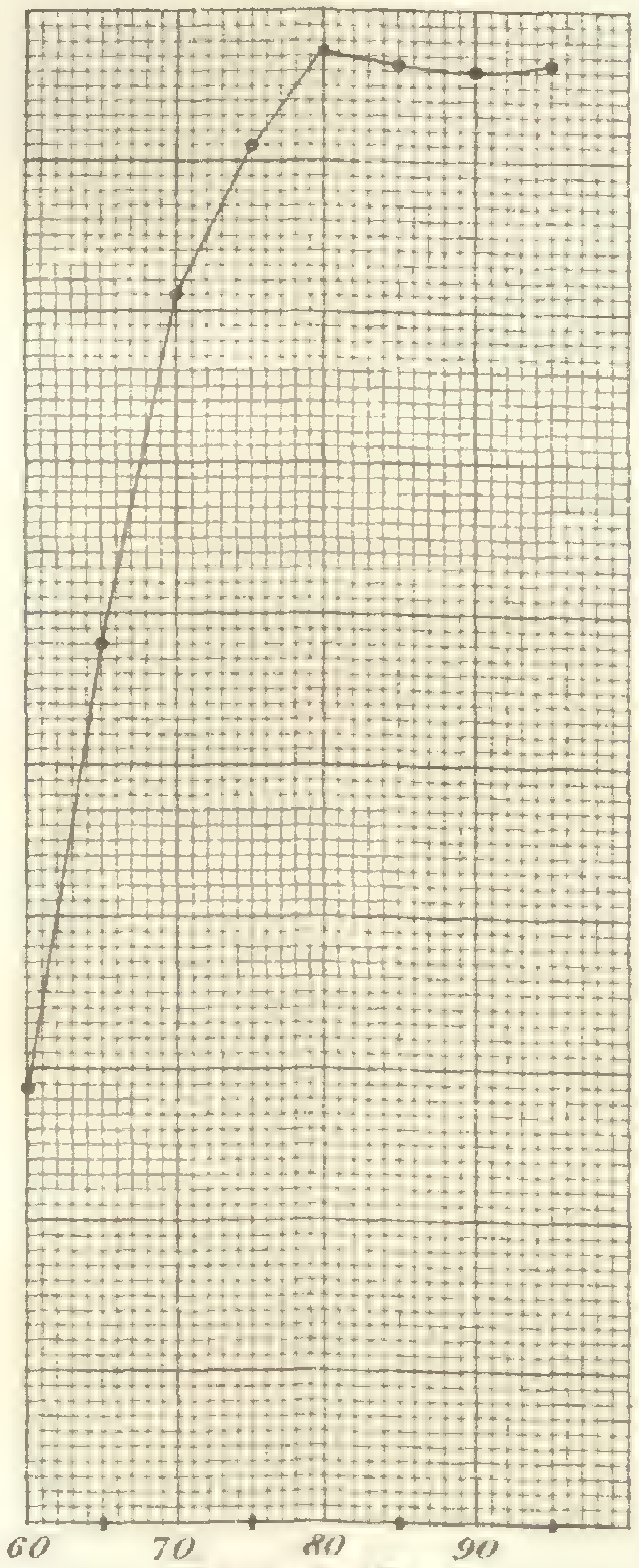
Versuch 14.

Fig. 4.



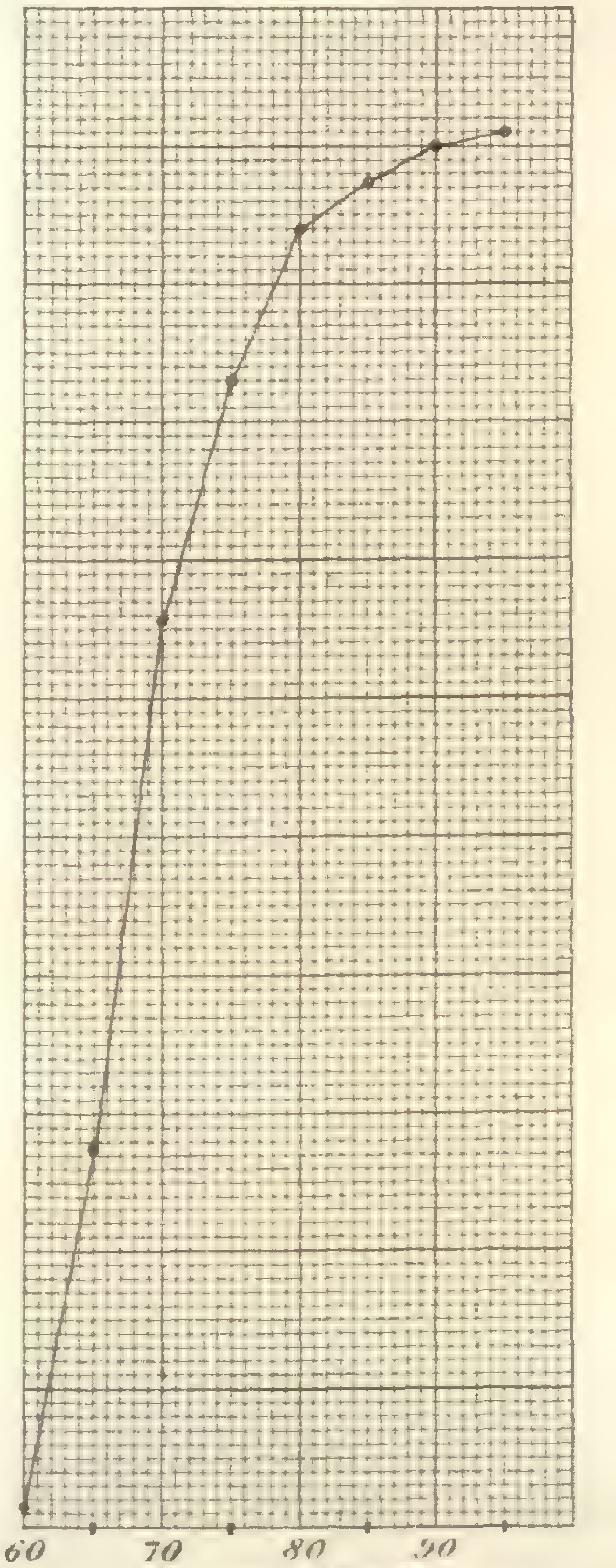
Versuch 17.

Fig. 5.



Versuch 18, a I.

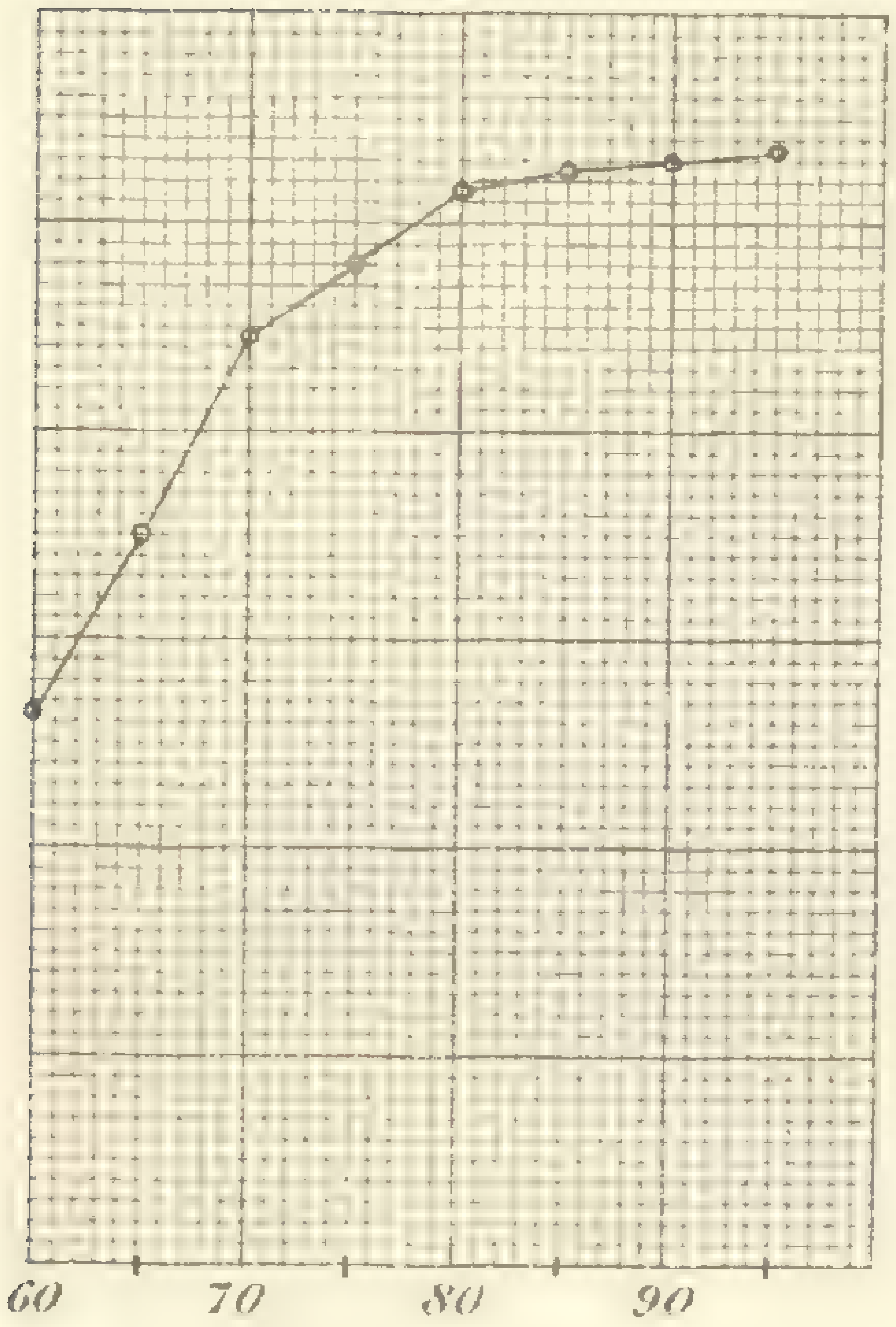
Fig. 6.



Versuch 18, a II.

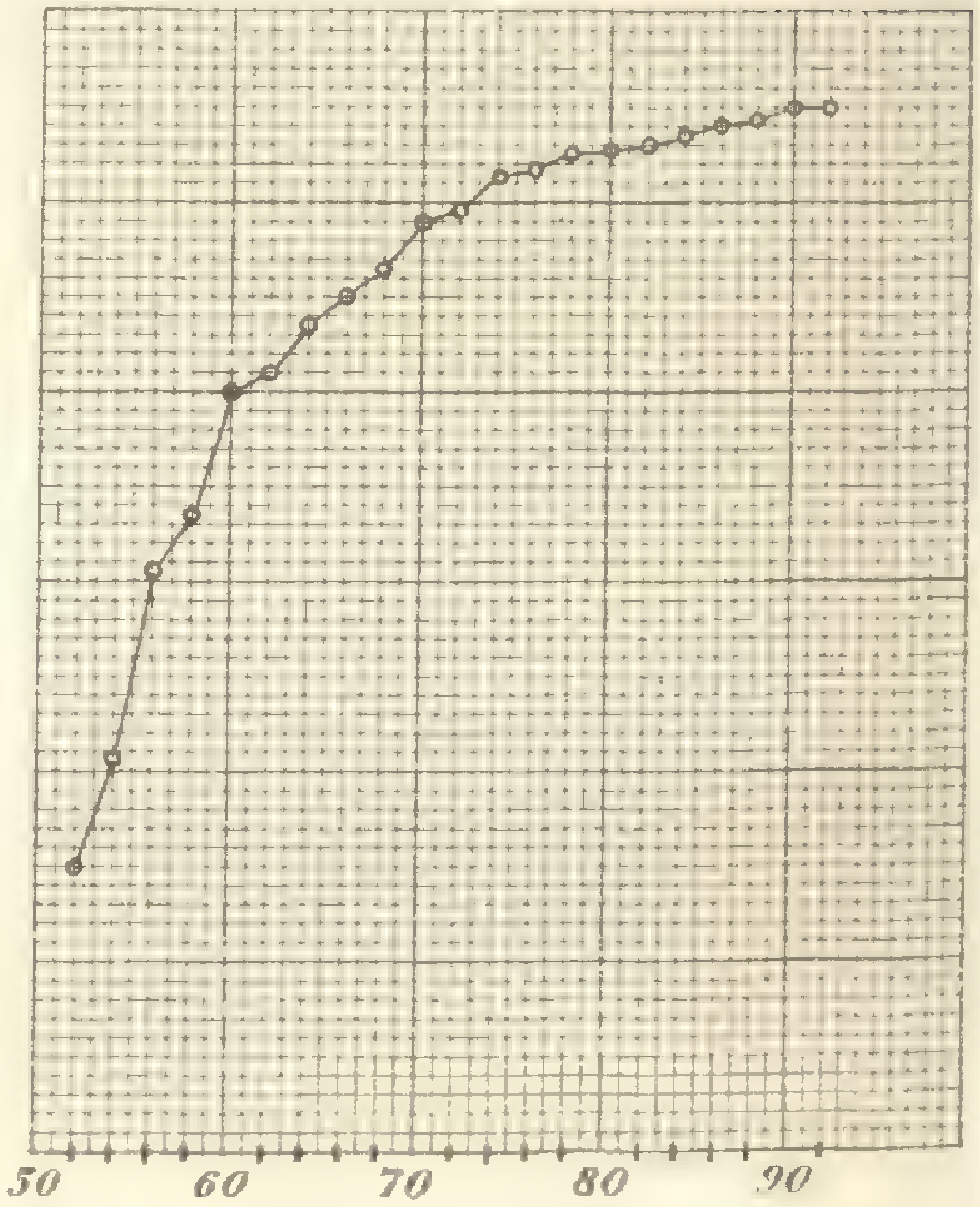
Lith W Schlachter, Stockholm.

Fig. 7.



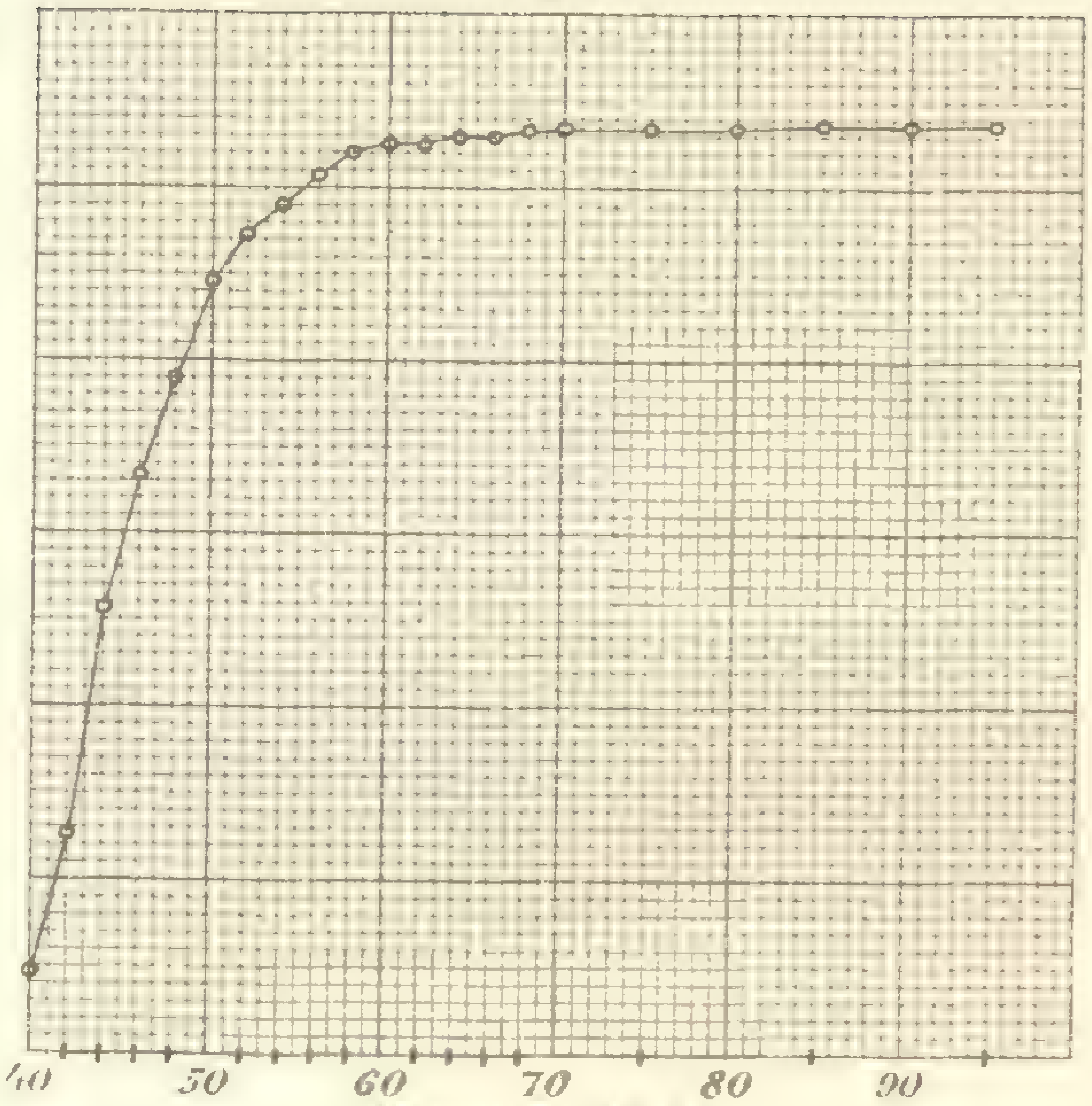
Versuch 27, a, I.

Fig. 8.



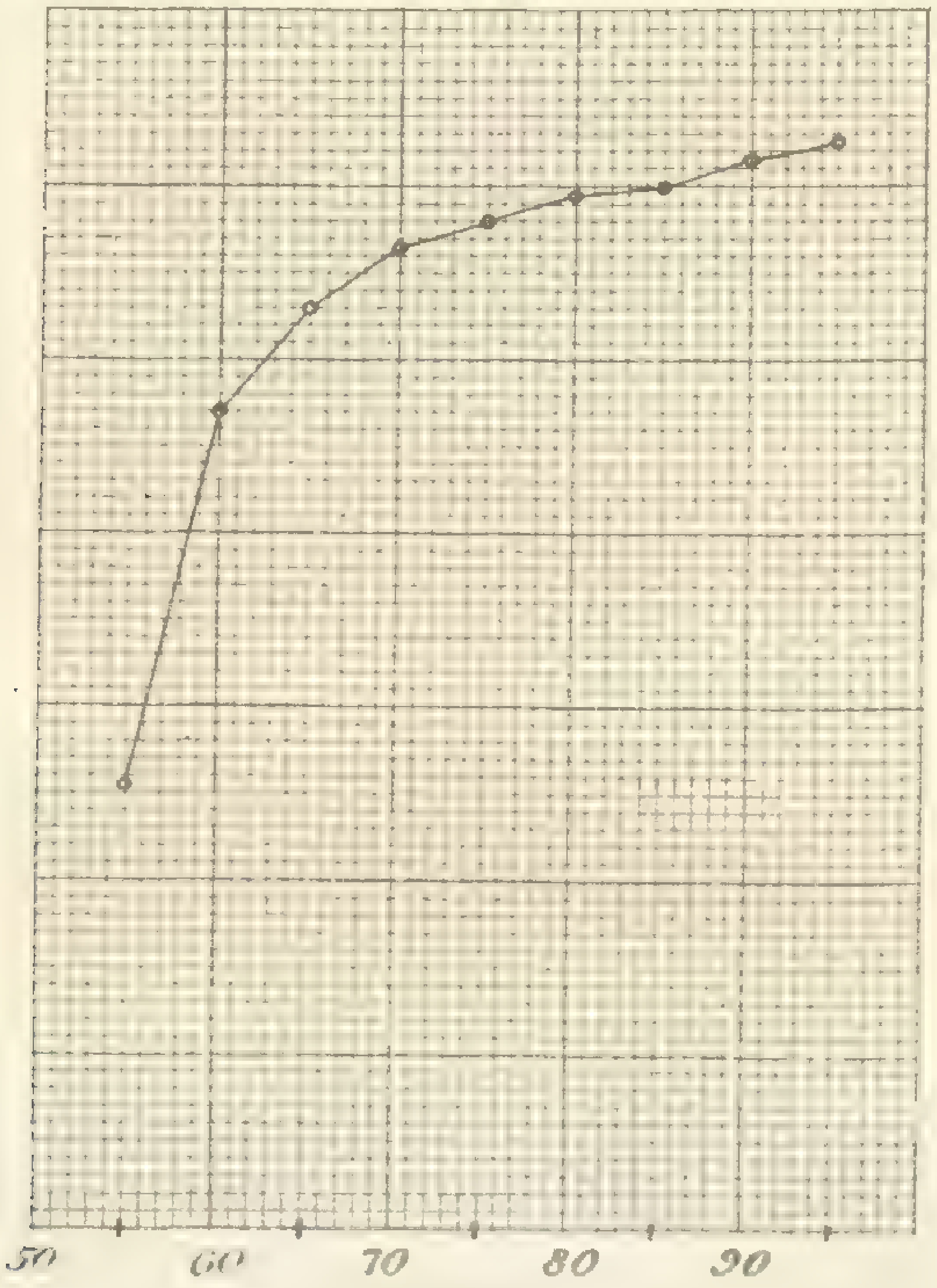
Versuch 27, b, I.

Fig. 9.



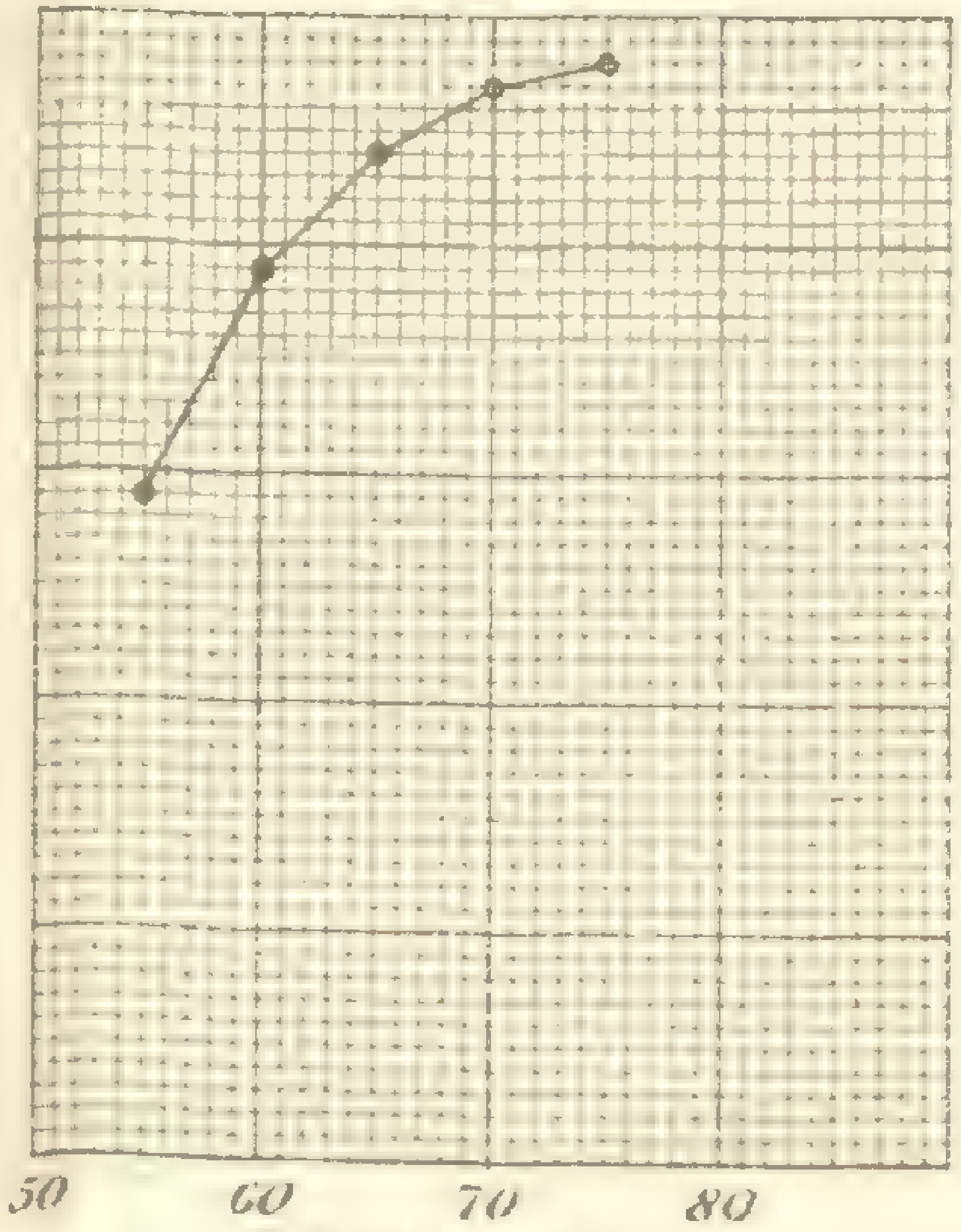
Versuch [illegible], I.

Fig. 10.



Versuch 86, I.

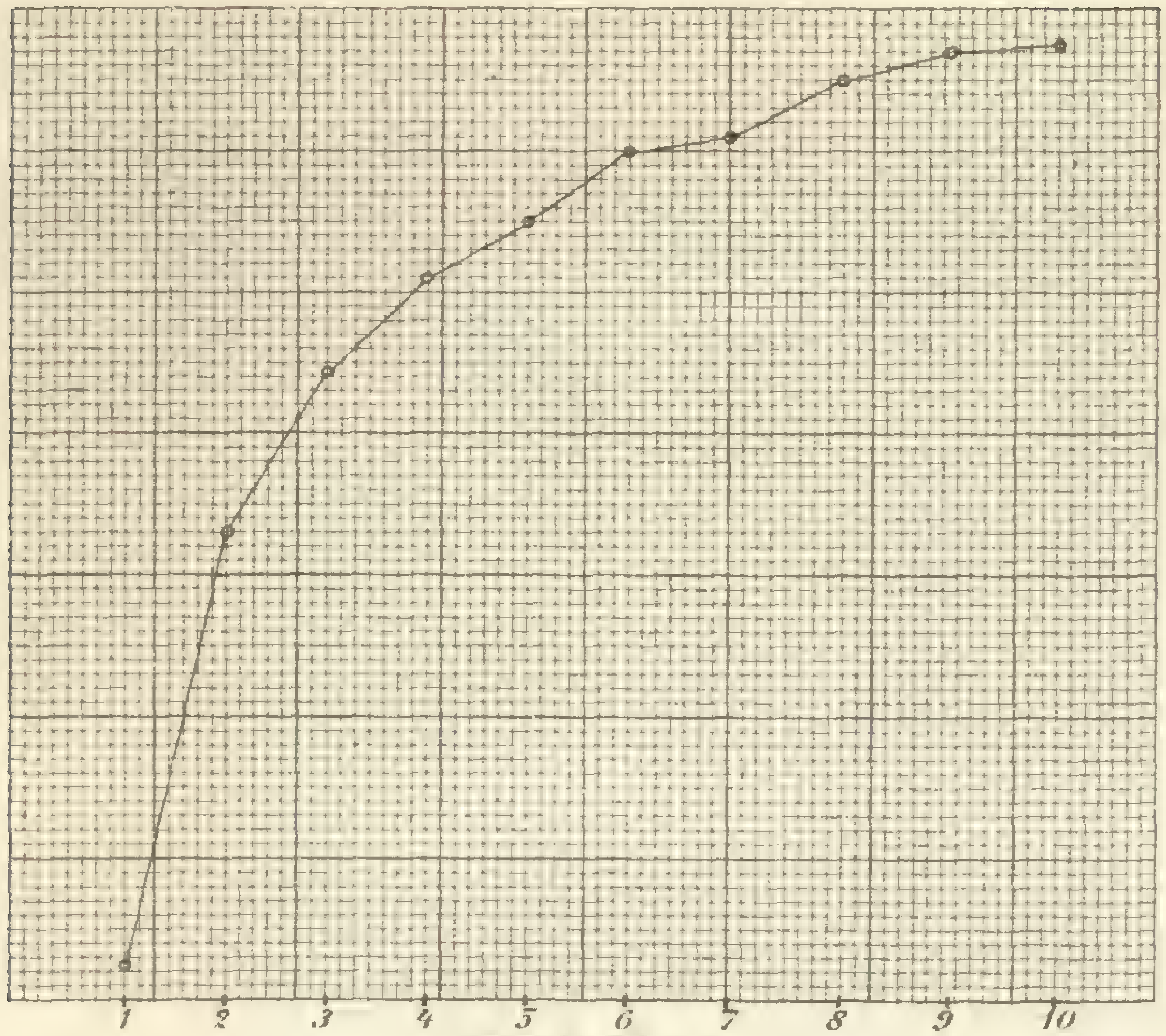
Fig. 11.



Versuch [illegible].

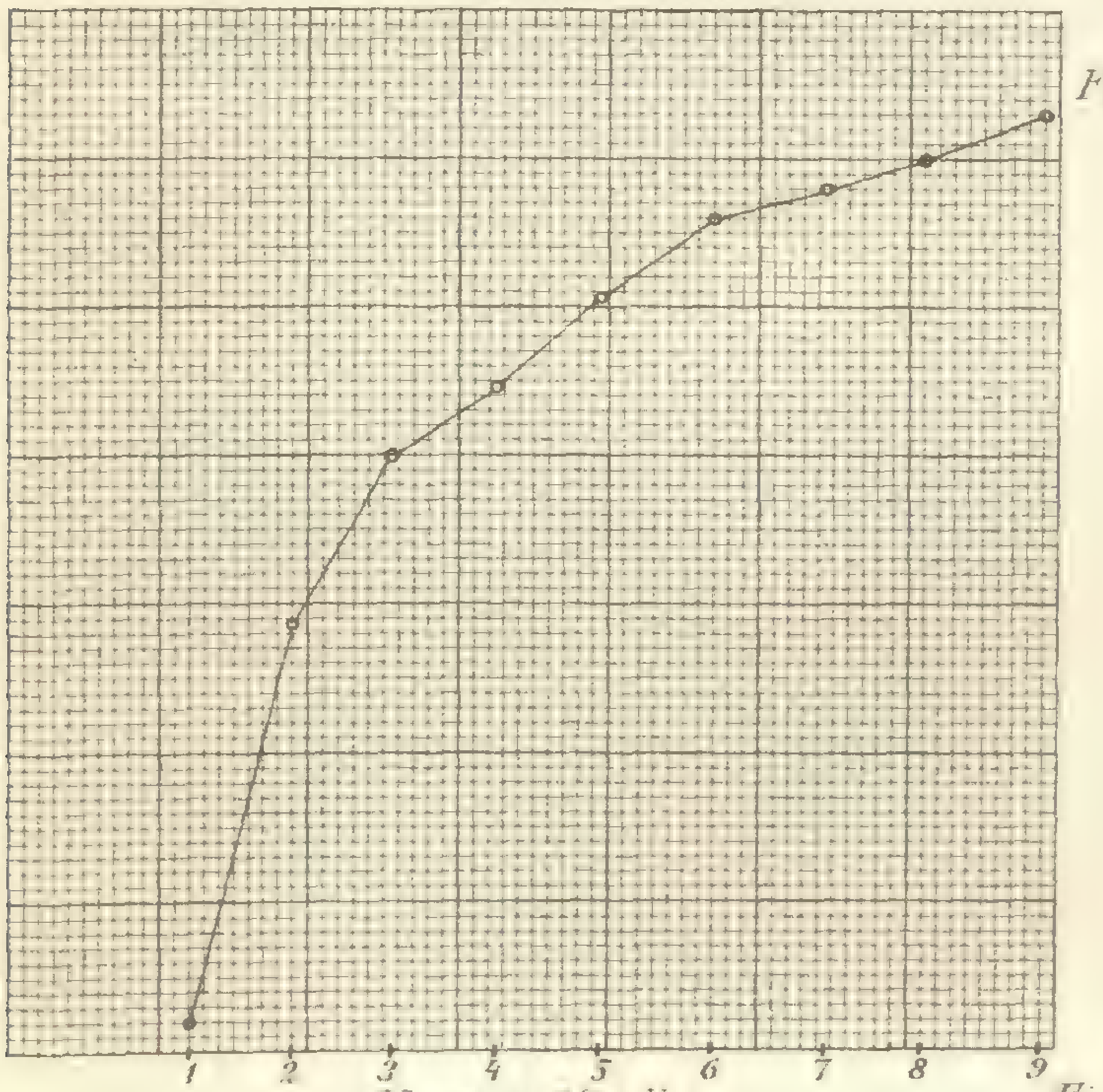
Lith. W. Schlachter, Stockholm.

Fig. 12.



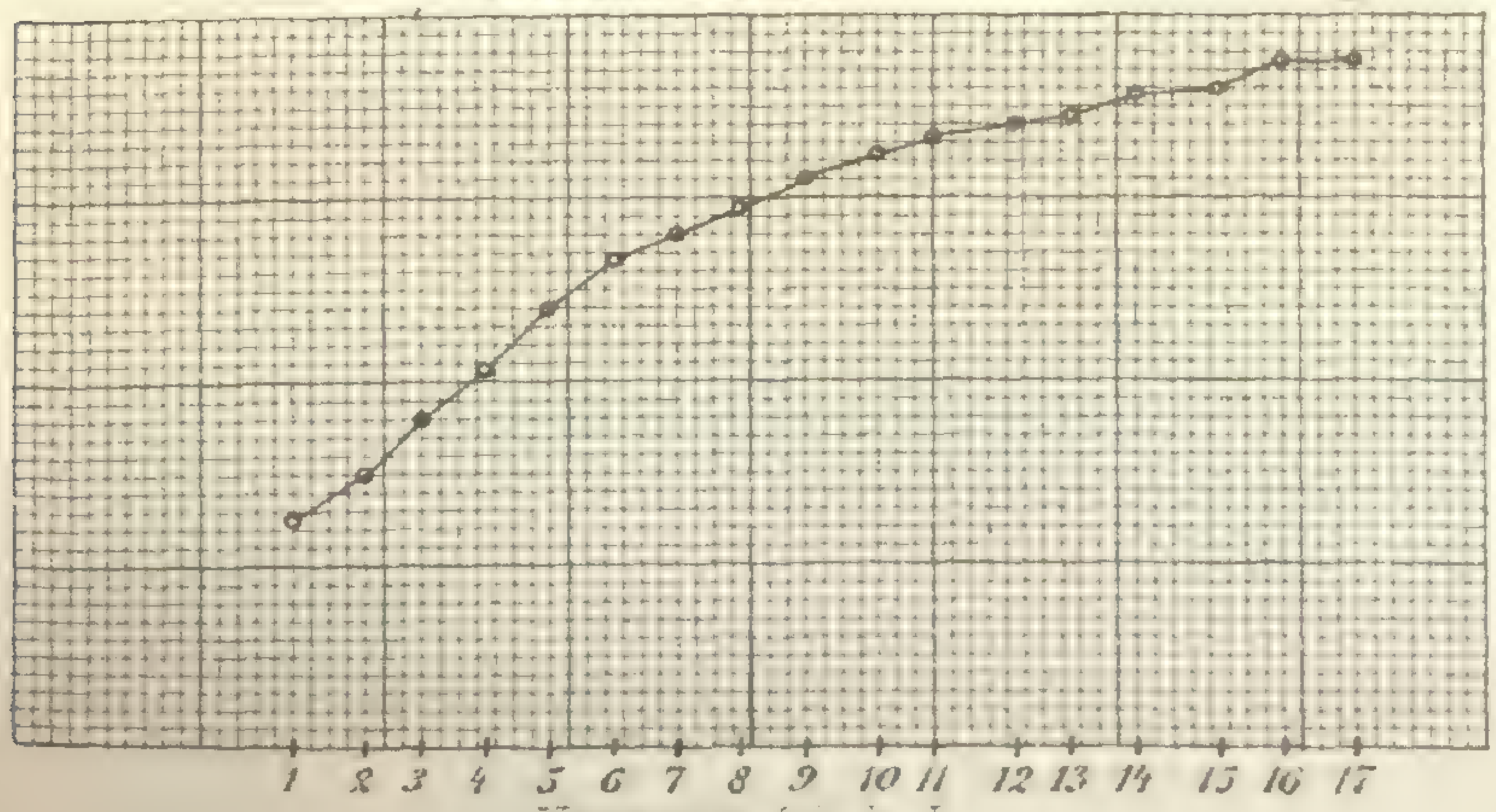
Versuch 33, a, I.

Fig. 14.



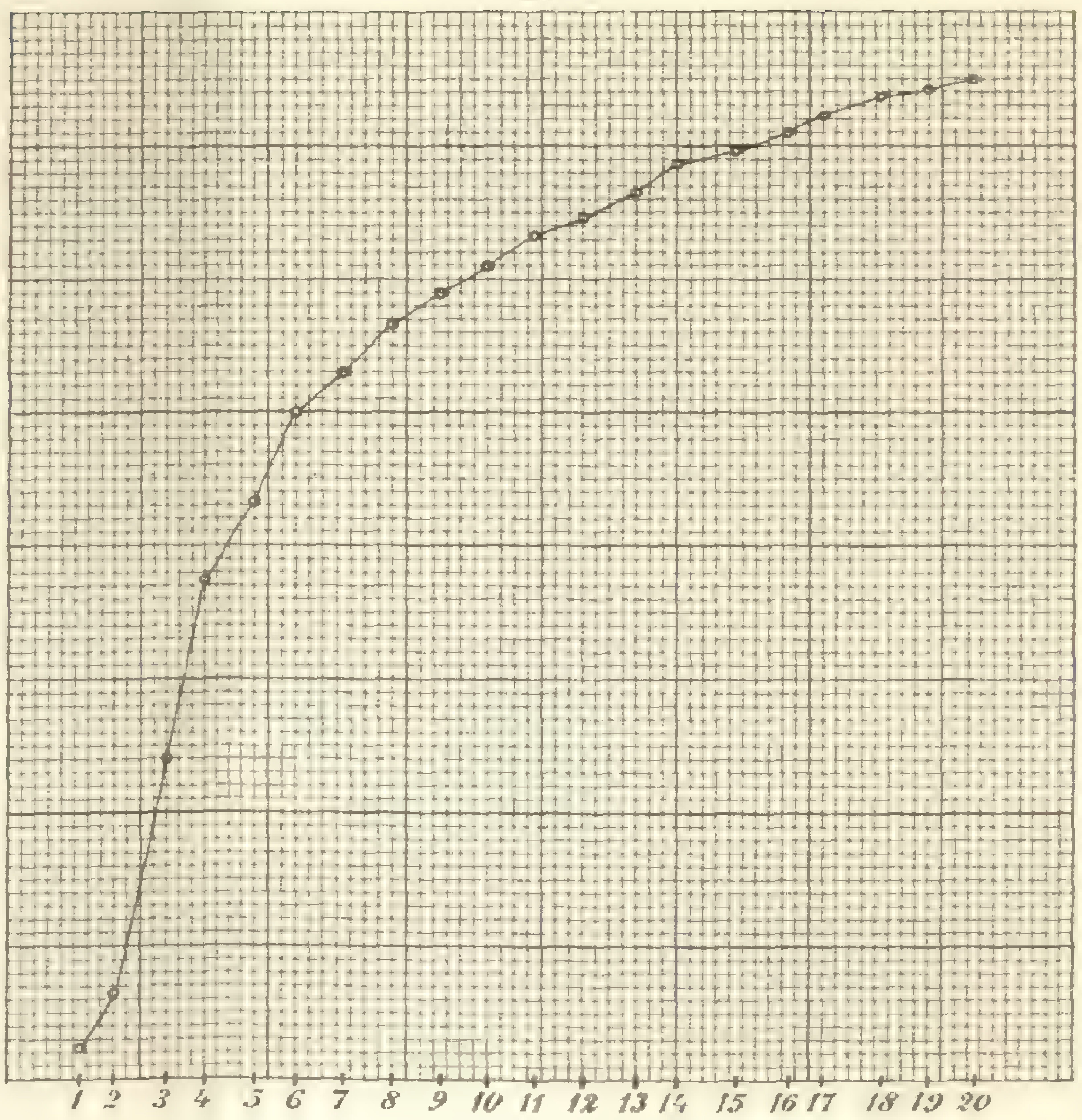
Versuch 33, a, II.

Fig. 16.



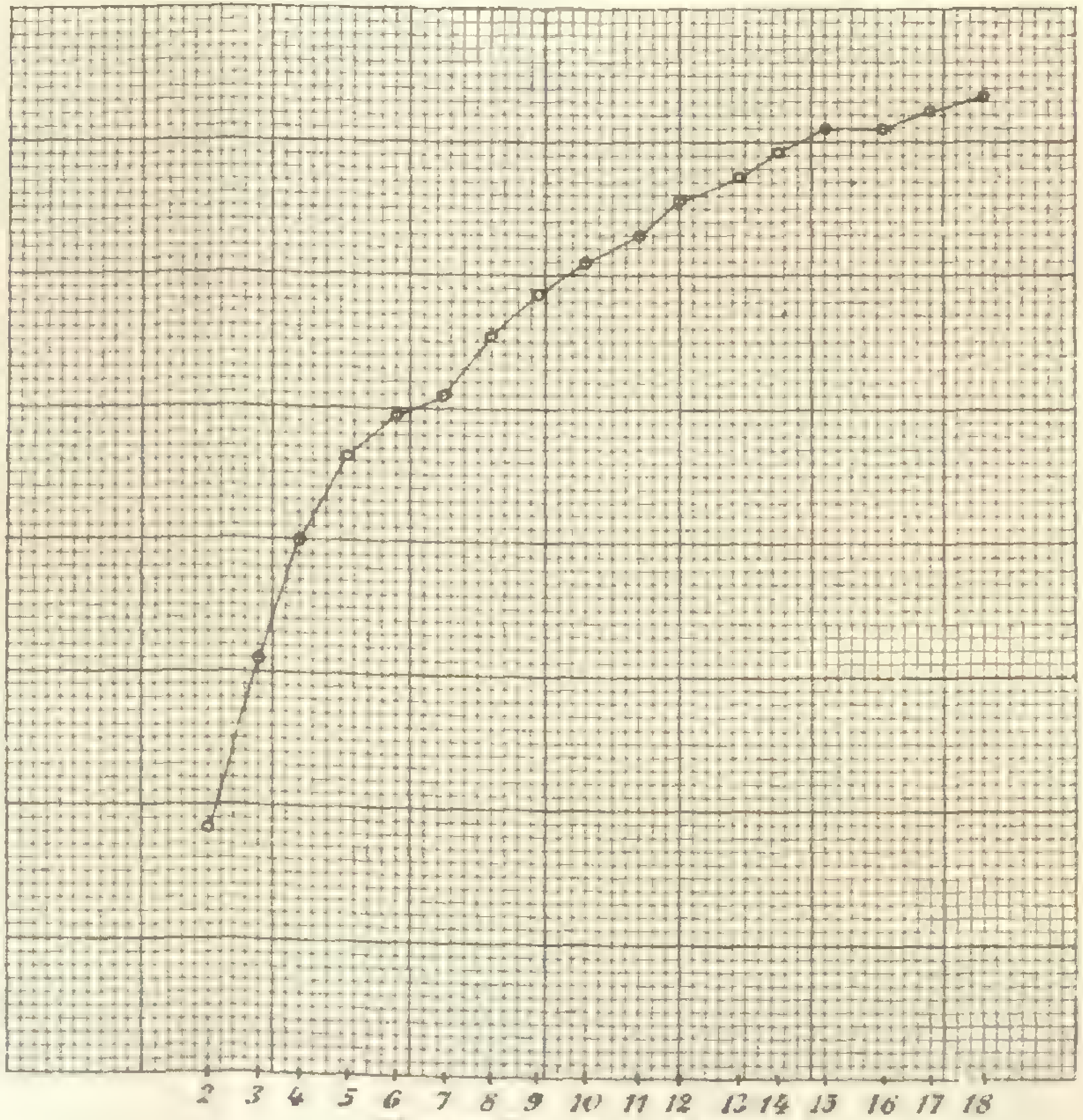
Versuch 33, b, I.

Fig. 13.



Versuch 32, b, I.

Fig. 15.



Versuch 32, b, II

Lit. W. Schlachter, Stockholm.

BIHANG TILL K. SVENSKA VET.-AKAD. HANDLINGAR. Band. 8. N:o 9.

INDEX

TO

THE GENERIC NAMES

APPLIED TO

THE CORALS OF THE PALÆOZOIC FORMATIONS

BY

G. LINDSTRÖM.

COMMUNICATED TO THE ROYAL SWEDISH ACADEMY OF SCIENCES
MAY 9, 1883.

STOCKHOLM, 1883.
KONGL. BOKTRYCKERIET.
P. A. NORSTEDT & SÖNER.

Every one who has been working within a special, circumscribed field of systematic biology, must no doubt have often felt the want of lists of all genera known within the range of his research, giving at least the most necessary references, as to the scientific papers where the authors first described their new genera. Where the excellent and trustworthy works of Bronn and L. Agassiz cease, the naturalist is left to his own resources. Even the latest published Nomenclators, as those of Marschall and Scudder do not by far include all genera published since the works of the first mentioned authors were printed. It is evident that the nearest approach to completeness can only be attained through the exertions of specialists each for the order he has cultivated. The present index which is now offered to fellow workers, enumerates genera, created since 1758 when the still prevalent binominal system was introduced by Linnæus in the Tenth Edition of his »Systema Naturæ». It has however not been considered worth the while to swell this list with names and references of some thirty so called new genera formed by Ludwig 1) and contrary to all adopted rules, at the expense of old, and well established genera. To give a single instance amongst numerous others he has discarded the well known and generally adopted name Halysites and thought fit to replace it with such a sesquipedalian name as *Ptychophlœocyathus* without the least conceivable foundation.

With Egyptian types (**Acanthophyllum**) such names are printed, which belong to well established genera; the names of mere synonymous genera are printed in italics (*Acanthodes*) and uncertain, dubious or not acceptable genera are printed in spaced letters (Archæocyathus). Next the name of the author the year of publication follows and the name

---

1) »Corallen aus paläolitischen Formationen« in »Palæontographica vol. 14. 1865—66.»

of the scientific paper, where the genus was first mentioned and where also the first description generally is given. Sometimes also in addition the next work of the same author is cited, in which the genus is more fully described. The letters S. D. C. P. signify the occurence of the genus within the Silurian, Devonian, Carboniferous or Permian formations.

It might perhaps have been expected by some to find several other names enumerated besides these given, as for inst. Monticulipora, Constellaria, Reptaria etc.: but as these and similar do not embrace a single coral and are rather to be considered as bryozoa, they have been excluded from the list now published.

It may at last be added that the author has had occasion to compare the original specimens of a great number of genera, and thus to found his opinions on autoptical evidence.

Acanthocyclus DYBOWSKI 1873. Monogr. der Zoantharia sclerodermata Rugosa aus der Silurformation Estlands, Nord-Livlands und der Insel Gotland. I, 77, 103. The first part in the »Archiv, Naturk. Liv-, Ehst- und Kurlands». Bd V. 3. — The second in Bd V. Lief. 4. 1874. — Identical with Pholidophyllum.

Acanthodes DYB. 1873. Monogr. I, 78, 108. The name has already been employed by L. AGASSIZ for a fossil fish. This genus is moreover identical with Pholidophyllum.

Acanthophyllum DYB. 1874. Mon. II, 238. S. D.

Acervularia SCHWEIGGER 1819. Beobachtungen. Tab. VI. Handbuch, 418. See also MILNE EDWARDS & HAIME, H. N. Cor. III, 407. D'ORBIGNY confounds this genus with Lithostrotion and LONSDALE's Acervularia is = Arachnophyllum. Type: A. baltica. Diplophyllum HALL is also synonymous. S. D.

Acrocyathus D'ORBIGNY 1850. Prodr. de paléont. I, 160. = Lithostrotion.

Acrophyllum THOMSON & NICHOLSON 1876. Ann. Mag. N. H. 4 Ser. vol. 17, 455. Type: A. (Clisiophyllum) oneidaense BILL. C.

Acroporites KRÜGER 1823. Geschichte der Urwelt, II, 265. His A. damicornis is = Favosites polymorpha.

Actinocyathus D'ORB. 1850. Prodrome de Pal., 48. = Arachnophyllum. Type: Acervularia baltica LONSD. non SCHWEIGG.

Actinocystis LINDSTR. 1882. Öfversigt. Vet. Ak. Fhandl. N:o 3, p. 21. — Type A. Grayi. Syn. Spongophylloides MEYER. S.

Agaricia LAMARCK 1816. Anim. sans vert. ed. 1, II, 241. Employed by GOLDFUSS and MORREN for the Silurian Thecia, though LAMARCK's genus only embraces recent forms.

Albertia J. THOMSON 1878. Proceed. Philos. Soc. Glasgow, in a paper »On a new genus of Rugose Corals from the Carboniferous Limestone of Scotland». The name has been already twice employed. by SCHIMPER & MOUG. 1837 for a fossil plant, and by RONDANI 1843 for a dipterous insect. It is extremely difficult to distinguish this and other genera of the same author and they seem to mix with each other through gradations in the characters. So, for inst. the four first genera represented in A. N. H. 4th ser. vol. 18, p. 71 are forms so closely approaching each other that they might be taken as specific variations in the genus Clisiophyllum.

Alecto LAMOUROUX 1821. Exposition méthodique, 84. Includes a single species of bryozoa, but later authors have applied the name to the initial stages of Syringopora.

Alveolites LAM. 1801. Syst. anim. s. vert. 375. Although L. considered this genus as being in close affinity with Favosites, he states that it belongs to »les polypiers à réseau», that is to the bryozoa. GOLDFUSS again joined Alveolites and Favosites under Calamopora. Such species as A. Fougti, A. Labechei show by their mode of growth and their structure that they really belong to Favosites.

Alyssites FISCHER VON WALDHEIM olim, instead of Halysites.

Amplexus SOWERBY 1814. Mineral Conchol. 165, pl. 72. Type: A. coralloides from Limerick. Ought perhaps only to be retained as a subgenus to Cyathophyllum for such forms, which have the tabulæ widely developed. S. D. C.

Anisophyllum EDW. H. 1850. Brit. Foss. Corals. lxvi. D.

Anthophyllum SCHWEIGGER 1819. Beob. tab. VI; Handb. 417. As circumscribed by its author this genus includes several recent corals belonging to different genera as Galaxea, Caryophyllia and others, but the name has been sometimes given by later authors to forms of Zaphrentis and various palæozoic genera.

Antopora DE KONINCK 1872. Nouv. Rech. Anim. Foss. du terr. Carb. de Belgique 118. Is stated to be a genus of WAHLENBERG, but no such name occurs in the »Petrefacta Telluris Svecanæ», the only work, in which W. described Corals.

Arachnium KEYSERLING 1846. Wissenschaftl. Beob. Reise Petschoraland, 153. Is a subgenus of Lithostrotion, for which K. proposes this name, formed in accordance with VOLKMANN, who 1720 in

Silesia subterranea p. 120, describes the same fossil as »corallum Arachnion.»

Arachnophyllum Dana 1846. Sillim. Journ. 186. vol. 1. Type: Acervularia baltica of Lonsdale. Schweigger's Strombodes which is accepted by M. Edwards for these forms does not contain a single of them. Synonymous with this genus are Actinocyathus D'Orb., Cylicopora Stein., Darwinia Dyb., Lamellopora Dale Owen. S. D.

Aræopoma Lindström 1883. Bihang. Vet. Ak. Handl., Bd 7, N:o 4, 57. Type A. prismaticum. S.

Aræopora Nicholson & R. Etheridge jr 1879. A. Mag. N. H. 5 Ser. vol. 4, 278. Type: A. Girvanensis. S.

Archæocyathellus Ford 1873. Silliman's Journ. p. 211 213.

Archæocyathus Billings 1861. Geol. Surv. of Can., reprinted in 1865, Pal. Foss. of Canada, I, 3. In all probability a spongian, as well as the preceding. B. has found spicula in the exterior wall, but more minute researches are necessary.

Arthrophyllum Beyrich 1850. Zeitschr. d. deutschen Geol. Gesellsch., 10. According to Ad. F. Roemer, Palæontogr. III, 75. 1854, a very doubtful genus and is by R. described as an Orthoceratite, O. crassum.

Aspasmophyllum Ferd. Roemer 1879. Verhandl. Schles. Ges. Vaterl. Cultur and more in full described 1883 in Lethæa Geogn. p. 376. A Zaphrentidian. D.

Aspidiophyllum J. Thomson 1874. Proceed. Phil. Soc. Glasgow vol. IX, 153. Also written Aspidophyllum, uncertain whether not only a form of Clisiophyllum.

Asterocyclus Vanuxem 1842. Rept. 3d. Distr., 136. Allied to Acervularia. D.

Astræophyllum Nicholson & Hinde 1874. Canad. Journ. XIV, 152. According to a kind note from Mr G. J. Hinde he now considers this coral as a silicified and weathered specimen of some Strombodes (? = Arachnophyllum).

Astræopora D'Orbigny & Mac Coy see Astreopora.

Astrea Lam. 1816. An. s. vert. II, 257. Lonsdale and Hisinger apply this name to several species of Acervularia and Cyathophyllum.

Astreopora Blainville 1834. Manuel d'Actinologie, 383. Contains only recent species, but Mac Coy in Carbonif. Fossils of Ireland, 1844, p. 191, used it to name a coral, the true nature of which seems not to be yet cleared up, it is generally considered as one of the Heliolitidæ, though none of that family is known from the Carboniferous æra. In British Fossil Coral, p. 18 Mac Coy cites the name for a species of Plasmopora. D'Orbigny always wrongly states M'Coy as the author.

Astrocerium Hall 1852. Palæont. of N. York II, 120. = Favosites.

Astroïtes Marklin in literis according to Bronn Nomenclator, p. 130 for Heliolites.

Aulacophyllum Edw. H. 1850. Brit. Foss. Cor. lxvii. Genus of doubtful value, as the type A. mitratum, is one of the most variable forms, displaying almost all the characteristics of the so called Cyathophylloid genera.

Aulophyllum Edw. H. 1850. Br. Foss. Cor. lxx. According to Morris the same as Clisiophyllum but insufficiently known.

Aulopora Goldfuss 1826—33. Petref. Germ. 1, 82. Only the initial stages of Syringopora.

Axinura Castelnau 1843. Essai sur le système silurien de l'Amér. septentrional, 49. The figures, as well as the description are very unsatisfactory; »voisin des Lithodendrons; mais s'en distingue par la présence d'un tube interne qui s'étend dans toute sa longueur.»

Axophyllum Edw. H. 1850. Br. Foss. Cor. lxxii. C.

Baryphyllum Edw. H. 1850. Br. Foss. Cor. lxvi. D.

Battersbyia Edw. H. 1851. Polyp. terrains paléozoiques, 151. Compare also the later researches of Duncan, Phil. Trans. 1867. p. 643, modifying in much the first author's statements. D.

Beatricea Billings 1857. Rept. Geol. Survey of Canada, 343, described at first by the author as a plant, has for some time been considered as a coral in affinity to Cystiphyllum, but is now by some classed amongst the Cephalopoda.

Beaumontia Edw. H. 1851. Pol. terr. pal. 154. According to De Koninck one of the Chætetidæ and consequently a bryozoan. May also include some Favosites.

Billingsia De Koninck 1876. Rech. sur les fossiles paléozoiques de la Nouvelle-Galles du Sud, 75. Is deficient in tabulæ, resembles a weathered Favosites.

Blothrophyllum Billings 1859. Dev. Corals Canada West, 33. »Differs from Clisiophyllym in having the diaphragms flat.» Genus of uncertain value, sharing in the peculiarities of Amplexus and Cyathophyllum.

Blumenbachium König 1824. Icones fossilum Sectiles. Cent. prim., p. 3, tab. V. f. 69. Long believed to be a Heliolitid, but the singular structure should be due to the efflorescense of some inherent salt according to Salter in the 4th Ed. of Siluria, Explanation of plates D'Orbigny placed it amongst the Heliolitidæ, as well as Lonsdale in Sil. Syst. 680. When referring however to the figures of König it seems to be evident that he thereby meant the Spongian, now known as Stellispongia.

Bolboporites Pander 1830. Beitr. zur Geognosie Russlands, 106. There can be no doubt left that the fossils commonly named thus are neither corals nor bryozoa, but, as is evidently shown by their intimate structure, parts of the skeleton of some Echinodermatous animal, possibly some unknown starfish, amongst the recent ones of which blunt, loosely affixed spines of nearly the same appearance often occur. Of course also a few real corals of the order of the Favositidæ have been referred to this genus.

Bothrophyllum Trautschold 1879. Nouv. Mém. Nat. Moscou XIV in the paper on »Die Kalkbrüche von Miatschkowa» p. 30. Seems in no important character to deviate from Cyathophyllum.

Buccula Eichwald 1860. Lethæa rossica I, 516. The two species which compose this genus differ in the chief point, viz. that one has a coenenchyma and that the other wants it. B. parallela may perhaps be a coral, but is too badly preserved, B. pertusa is a bryozoan.

Calamopora Goldf 1826—33. Petref. Germaniæ I, 77. Contains species of Favosites but also bryozoans of the genus »Millepora».

Calapœcia Billings 1865. Canad. Geol. & Nat. 2d Ser. II, 425. Synonyms to this genus are Columnopora Nichols., Houghtonia Rominger and probably also Lyopora Nich. & Ethkr. Type: C. anticostiensis. S.

Calceola Lamarck 1799 Prodrome d'une nouvelle classification des Coquilles in »Mémoires de la Soc. d'Histoire Nat. de Paris» p. 89. D. Contains only a single species, C. sandalina.

Calophyllum Dana 1846. Sillim. Journ. 183. According to M. Edwards = Amplexus and to Morris = Pylocoelia.

Calostylis Lindström 1868. Öfvers. Vet. Ak. Förhandl. 421. Type C. denticulata. S.

Campophyllum E. H. 1850. Br. Foss. Cor. lxviii. It is very difficult to distinguish this genus from Amplexus or Cyathophyllum. S.

Campsactis Rafinesque & Clifford 1820. Ann. Sc. Physiques. V, 234. By the incomplete descriptions it is impossible to state precisely what is meant by this genus. A. Agassiz in Scudders Nomencl. identifies it with Cyathophyllum.

Caninia Michelin 1841. Atti della riunione degli Scienziati italiani in Torino 1840, 228. Is generaly considered to be identical with Zaphrentis, but the description given might as well apply to Amplexus.

Cannapora Hall 1852. Pal. of N. York II, 43. Nearly allied to Syringopora, but having the connecting tubes at the same level. S.

Carcinophyllum Nicholson & J. Thomson 1876. Ann. Mag. N. H. 4th Ser. vol. 18, p. 70—71. — Proc. Phil. Soc. Glasgow. vol. XII, p. 241. C.

Caryophyllia Lamk. 1816. An. s. vert. II, 224. The genus of L. only embraces a single fossil. The species which are by Hisinger referred to this genus are either Acervulariæ or Ptychophylla. According to de Koninck species of Lithodendron have been included in it.

Catenaria König 1824. Icones, pl. XIII, fig. 151. = Halysites.

Catenipora Lamk. 1816, Anim s. vert. II, 206. = Halysites.

Cenophyllum see Kenophyllum.

Centrephyllum J. Thomson 1880. Proc. Phil. Soc. Glasgow, XII, 227. =? Clisiophyllum.

Centrophyllum Verneuil. This name is annotated as given to a Coral from Spain, but I cannot find the reference.

Ceratophyllum Eaton 1832 according to L. Agassiz Nomenclator. Is not mentioned by any subsequent American author. The genus has probably first been described in E's Textbook of Geology.

Ceriaster Lindstr. 1883 in Richthofen's China IV, 61. S.

Chætetes Fischer von Waldheim 1830—37. Oryctogr. du Gouv. de Moscou, 159. Some species of Favosites have been numbered amongst this genus, such for instance having very fine calicles as in Hall. Illustr. Devon. Fossils pl. 37, f. 16—17.

Chonaxis M. Edw. H. 1851. Pol. Foss. Terr. pal., 173. C.

Chonophyllum Edw. H. 1850. Brit. Foss. Cor. lxix. Synonymous is Conophyllum Hall. Type: C. perfoliatum. S. D.

Chonostegites Edw. H. 1851. Pol. terr. pal. 299. = Michelinia.

Cladochonus Mac Coy 1847. A. Mag. N. H. XX, 14. At first called Iania as if Lamouroux's genus. = Pyrgia. C.

Cladocora Hemprich & Ehrenberg 1834. Corallenthiere des rothen Meeres, 85. Ehrbg cites several »Lithodendra» as belonging to this genus. Lonsdale's Cl. sulcata. Sil. Syst. tab. 16 bis, fig. 9 is an unknown coral.

Clisiophylloides Dyb. 1873. Monogr. I, 84 = Cystiphyllum.

Clisiophyllum Dana 1846. Sillim. Journal 187. D. C.

Coccoseris Eichwald 1860 Lethæa rossica I, I, 442. Stylaræa Selbach is identical. S.

Coelophyllum Ferd. Roemer 1883. Leth. Geogn. 409. D.

Coelostylis Lindström 1881. Fragmenta silurica 34. S.

Columnaria Goldf. 1826—33. Petr. Germ. I, 72. Type C. alveolata. The two other species of G. belong to different genera, C. lævis being a tertiary coral and C. sulcata a Cyathophyllum. S.

Columnopora Nicholson 1874. Geol. Mag., 253. = Calapoecia.

Combophyllum E. H. 1850. Br. Foss. Cor., lxvii. D.

Conophyllum Hall 1852. Pal. N. Y. II, 114. = Chonophyllum.

Conopoterium Winchell 1865. Proceed. Ac. Sc. Philad., 110. According to Nichols. & Etheridge identical with Palæacis, but this may want confirmation. C.

Coscinopora Goldf. 1826—33. Petr. Germ. I, 30, employed by him for a Devonian Heliolitid.

Craspedophyllum Dyb. 1873. Zeitschrift d. mineral. Gesellsch. zu S:t Petersburg, 153. = Heliophyllum Hall.

Crepidophyllum Nichols. & Thomson 1876. Proc. R. Soc. Edinb. IX. 149. Not identical with Diphyphyllum as S. A. Miller supposes. C.

Cyathaxonia Michelin 1840—47. Icono. zooph., 257. C.

Cyathophora Michelin 1840—47. Iconogr. zooph. 104. Employed by D. D. Owen in Rept. Geol. Expl. Iowa probably through inadvertence, according to Meek & Worthen Illinois.

Cyathophylloides Dyb. 1873. Monogr. I, 78, 123. A medley of incongruous species. N:o 1 is a Columnaria, 2 Diphyphyllum?, 3 a Cystiphyllum.

Cyathophyllum Goldf. 1826—33. Petref. Germ. I, 54. Most of the original species of G. are real Cyathophylla in the sense now commonly accepted, two others are Cystiphylla, one is = Chonophyllum perfoliatum and finally one an Acervularia. As synonyms to this genus may be enumerated Aulacophyllum, Bothrophyllum, Disphyllum. Endophyllum, Exostega, Peripædium. Pterorhiza S. D. C.

Cyathopora Dale Owen 1844. Rept. Geol. Explor. Iowa, Wisc. & Illinois, 69, probably = Striatopora Hall.

Cyathopsis D'Orb. 1850. Prodr. de Pal., 105. Identical with Amplexus and Zaphrentis.

Cyclolites Lam. 1816. Anim. s. Vert. 232 almost only mesozoic species, but also employed for Palæocyclus.

Cyclolithas Ehrenb. & Hempr. 1834. Corallenthiere des rothen Meeres 52. Emendation of the preceding name.

Cyclophyllum Duncan & Thomson 1867. Qu. Journ. Geol. Soc., 327. C.

Cyclosites Rafinesque. In the Memoirs of the Wernerian Society according to Bronn = Favosites, but I cannot find that R. published anything there.

Cylicopora Steininger 1849. Verstein. der Uebergangsgebirge der Eifel, 17. — Geogn. Beschreib. der Eifel 1853, 33. Milne Edwards considers this genus identical with Strombodes = (Arachnophyllum).

Cylindripora Eichwald 1829. Zoologia specialis I, 190. Cylindripora Bull. Moscou 1856, xxix, s. 99. Resembles a weathered Heliolites.

Cymatiophyllum J. Thomson see Kumatiophyllum.

Cyrtophyllum Lindstr. 1882. Bih. Vet. Akad. Handl. Bd 6, n:o 18, p. 17. S.

Cysteophyllum Meek 1867. Trans. Chicago Ac. Sc. 80, instead of

Cystiphyllum Lonsdale 1839. Sil. Syst. II, 691. Type C. siluriense. S. D. Synonymous is Microplasma Dyb.

Cystiophyllum Dana 1859. Synopsis Rept. Zoophytes Expl. Exp. 59.

Cystostylus Whitfield 1880. Ann. Rep. Geol. Surv. Wisconsin. S.

Darwinia Dyb. 1873. Monogr. I, 80, 148. = Arachnophyllum Dana. The name was already in 1857 bestowed by Spence Bate on a Crustacean.

Dendropora Michelin 1840—47. Iconogr. 187. D.

Densiphyllum Dyb. 1873. Monogr. 136 see Pycnophyllum.

Dibunophyllum Nicholson & Thomson 1876. Proceed. Phil. Soc. Glasg. X, I, 127. =? Clisiophyllum.

Dictuophyllia Blainville 1834. (Dictyophyllia truer) Man. d'Actinol., 359 a cretaceous Ulophyllia not to be confounded with Michelinia as seems to have been done by Mac Coy.

Dictuophyllum Mac Coy 1844. Carbon. Fossils of Ireland, 191 as of Blainville = Michelinia.

Dingeria Geinitz 1861. Dyas, 111. Probably only basal parts of crinoidal columns, with which also, G. compares them.

Dinophyllum Lindstr. 1882. Bih. Vet. Ak. Handl. Bd 6. N:o 18. 21. Type: D. involutum long confounded with Clisioph. Hisingeri Edw. H., which in reality is a Devonian coral from the north of France. Polypary simple, never found in compound masses, conical, epitheca strongly ribbed and with a bluntly prominent ridge opposite a narrow septal groove in the calice. The septa form in the median axis a whorl, which is elevated and columella like. The tabulæ are also elevated toward the central axis. Near the epitheca there exists a peculiar kind of intraseptal structure, consisting of narrow twisted strings of whitish colour, such as are not seen in any other coral. S.

Diphyphyllum Lonsdale 1845. Geol. of Russia I, 624. Synonymous is Eridophyllum. S. D.

Diplastræa Eichwald 1856. Bull. Moscou, XXIX. I, 111. = Protaræa.

Diplophyllum Hall 1852. Pal. N. York, II, 115. Consists of two species of quite different genera of which one is = Acervularia.

Dipterophyllum Ferd. Roemer 1883. Lethæa Geogn. I, 371. C.

Discophyllum Hall 1847. Pal. N. Y. I, 277. =? Ptychophyllum. S.

Disphyllum Fromentel 1861. Introd. à l'étude des Polypiers. 302 = Cyathophyllum.

Donacophyllum Dyb. 1873. Monogr. I, 80; II, 205. = Cyathophyllum and Diphyphyllum.

Duncanella Nicholson 1874. Ann. Mag. N. H., 333. Is not identical with Streptelasma as Hall 28:th Rept., 106, states; the same genus occurs as well in the Devonian of Eifel and of Spain, from where Ch. Barrois has described a species. The Eifelian species is commonly called Cyathophyllum proles Goldf. S. D.

Duncania De Koninck 1872. Nouv. Rech. Anim. Foss. Belgique, 107. Not of Pourtalès, whose genus must be renamed. C.

Dyctyophyllia Pictet 1857. Palæont. IV, 441, where it is cited as a genus of Mac Coy, but see above Dictuophyllum.

Elasmophyllum Hall 1882. Foss. Cor. Niagara and Up. Helderberg Group, 38. = Cyathophyllum.

Ellipsocyathus D'Orb. 1850. Prodr. Pal. 48. = Cyathophyllum.

Emmonsia Edw. H. 1851. Polyp. terr. pal., 152. D.

Endophyllum Edw. H. 1851. Polyp. terr. pal., 167. D.

Eridophyllum Edw. H. 1850. Brit. Foss. Cor. lxxi. = Diphyphyllum.

Erismatolithus Martin, at first also written

Erismolithus Martin 1809. Outlines of an Attempt to establish a Knowledge of Extraneous Fossils on Scientific Principles, p. 193. Contains species of Lithostrotion (?) and Smithia (?).

Ethmophyllum Meek 1868. Sillim. Journ. 2d Ser., vol. 45, p. 62. A doubtful genus from the Silurian of N. America.

Eunomia Lamouroux 1821. Genr. Polyp. p. 83. E. radiata is possibly a Favosites as De Koninck thinks, but is too badly preserved for exact determination.

Exostega Rafinesque & Clifford 1820. Ann. géner. des Sc. Phys. V, 235 = Cyathophyllum.

Explanaria Lam. 1816. Anim. s. vert. II, 254, contains only recent forms, but has however been applied by Geinitz Grundr. d. Versteinerungskunde, 568, to forms of Heliolites and others.

Fascicularia Dyb. 1873. Mon. I, 80, II, 202. This is no doubt a well established genus, but as the name is already given by M. Edwards to a bryozoan a new one must be adopted. Type: F. dragmoides. S. D.

Favastræa Blainv. 1830. Man. d'Actinol., 374 partly identical with Acervularia.

Faviphyllum Hall 1852 in Stansbury's Exploration of the great Salt Lake, 407. This is a most questionable form and seems to be a highly altered Cyathophyllum. No generic description is given and I cannot find that the name occurs elsewhere.

Favistella Hall 1847. Pal. N. Y. I, 275 = Columnaria.

Favistella Dana 1846. Cor. of the Expl. Exp., 538, as a subgenus to Favosites. According to A. Agassiz in Scudder's Nomenclator it should belong to the Thecidæ.

Favosites Lamarck 1816. Anim. s. vert. II, 204. S. D. C.

Favositipora S. W. Kent 1870. Ann. Mag. N. H. 3d Ser. vol. 6, p. 384. D.

Fistulipora Mac Coy 1849. Ann. Mag. N. H. 2:d Ser. III, 130. — Is often confounded with Heliolites.

Fletcheria M. Edw. & H. 1851. Polyp. Terr. Pal., 156. Possibly only a form of Cystiphyllum. S.

Floscularia Eichwald 1829. Zoolog. special., I, 188. = Acervularia.

Fungia Lamarck 1816. Anim. s. vertèbr. II, 234. Species of Palæocyclus and Ptychophyllum have been referred to this genus.

Fungites Schlotheim 1820. Petrefaktenkunde, 346. Contains various forms, as Ptychophyllum and others.

Geoporites D'Orbigny 1850. Prodr. Pal. 49. = Heliolites.

Goniophyllum Edw. H. 1850. Brit. Foss. Cor. lxix. S.

Grewingkia Dybowski 1873. Mon. I, 79, 128. Forms of Streptelasma or Ptychophyllum.

Hadrophyllum Edw. H. 1850. Brit. Foss. Cor. lxvii. D.

Haimeophyllum Billings 1859. Can. Journal. Sep. p. 43. Now considered as a weathered form of Michelinia.

Hallia Edw. H. 1850. Brit. Foss. Cor. lxvii, probably only forms of Cyathophyllum.

Halysites Fischer v. Waldheim 1813. Zoogn. I, 387, though there spelt Alyssites, altered to the other name in Oryctogr. de Moscou, 1830—37, p. 163. = Catenipora Lamk. S.

Harmodites Fischer v. Waldh. 1828. Notes sur les Tubipores fossiles, 19, Bronn writes it Harmodytes. Identical with Syringopora.

Heliolites Dana 1846. Explor. Exped. Zooph., 541. S. D.

Heliophyllum Hall 1846. Dana, Explor. Exp. Zooph., 356. D.

Heliopora Blainville 1834. Man. d'Actinologie, 392, in part coinciding with Heliolites.

Helminthidium Lindstr. 1882. Öfvers. Vet. Aks Fhndl. N:o 3, 16. Type: H. mirum. S.

Heterophrentis Billings 1875. Can. Nat. & Geol. new Ser. VII, 236, which number I have not seen, probably very nearly related to Zaphrentis.

Heterophyllia Mac Coy 1849. A. M. N. H. 2:d Ser., III, 126. D.

Histiophyllum J. Thomson 1879. Proc. Phil. Soc. Glasgow, XI, 323. = Clisiophyllum.

Houghtonia Rominger 1876. Geol. Survey of Michigan, III, II, 18. = Calapœcia.

Hydnophora Fischer v. Waldheim 1807. Muséum Demidoff III, 295. Trautschold has given a critical review in »Nouveaux Mémoires de la Soc. imp. des Natur. de Moscou» XIV, (1879), p. 38, and proves there beyond doubt, that this genus is well founded and to be distinguished from Hydnophora of M. Edwards and later authors. C.

Iania Mac Coy 1844. Carbonif. Foss of Ireland, 197, but not the same as Lamouroux published. M'Coy has since altered the name to Cladochonus.

Kenophyllum Dyb. 1873. Monogr. I, 77, 102, is to be altered to Cenophyllum. Probably only a form of Petraia.

Koninckophyllum Nichols. & Thomson 1876. Proc. Phil. Soc. Glasgow. X, 119. C.

Kumatiophyllum J. Thomson 1876. Proc. Phil. Soc. Glasgow. X, 250, name since altered to Cymatiophyllum. =? Clisiophyllum.

Laceripora Eichwald 1856. Bull. Moscou XXIX, I, 95. S.

Lamellopora Dale Owen 1840. Rept. on Mineral Lands of Iowa. According to M. Edwards = Strombodes and to S. A. Miller = Stromatopora. Very doubtful genus.

Lasmocyathus D'Orb. 1850. Prodr. Pal., 160. =? Lithostrotion.

Leptopora Winchell 1863. Proceed. Ac. N. Sc. Philad., 2. Nearly related to Michelinia. C.

Lindströmia Nicholson & Thomson 1876. Proceed. R. Soc. Edinburgh, IX, 149. S.

Lithodendron Schweigger 1819. Beob. Tab. VI. The genus of S. contains only recent Oculinæ and Caryophylliæ. which was later by Phillips and Lonsdale extended to Carboniferous forms, but then ought to receive a new generic name.

Lithophyllum M. Edw. & Haime 1850 »sp ind? Lindström Gothland». Thus is stated in Bigsby's Thesaurus Siluricus, p. 195, but I have not been able to find any foundations for this statement anywhere.

Lithostroma Rafinesque according to Brongniart Tabl. 431. Bronn thinks it = Columnaria.

Lithostrotion Fleming 1828. British Animals, 508. C.

Identical with this are: Acrocyathus, Axinura, Lasmocyathus, Nemaphyllum, Nematophyllum, Stylaxis, Siphonodendron, Stylastræa.

Lithostrotium Bronn 1840. Nomenclator 661 = the precedent.

Lonsdaleia Mac Coy 1849. Ann. M. N. H. 2:d Ser., III, 11. C.

Lonsdalia D'Orb. 1850. Prodr. de Pal. 25. = Heliolites.

Lophoseris Edw. & H. 1849. Comptes Rendus XXIX, 72. Employed by Eichwald for corals, which he later called Coccoseris.

Lophophyllum Edw. H. 1850. Br. Foss. Cor. lxvi. C.

Lyellia Edw. H. 1851. Pol. Terr. pal., 150. S.

Lyopora Nichols. & Etheridge 1878. Monogr. Sil. Foss. Girvan Distr., 25. =? Calapœcia.

Madrepora L. 1758. S. Nat. ed. X. 793. Comprised then nearly all known rugose and eporose corals. The M. coalescens Goldfuss from Gotland is probably a Striatopora.

Madreporites Schloth. 1820. Petrefaktenkunde, 355. Wahlenberg also uses this name for all the Rugose corals he described.

Mæandrina Lamk. 1816. Anim. s. vertébr. II, 244. Used by Hisinger in Lethæa Suecia p. 98 for the superior part of a crinoid, showing through its brachia and pinnulæ a slight resemblance to a coral of the above genus.

Manon Schweigger 1819. Beob. Tab. VII, 2. A Spongia. By Goldfuss Petref. Germ., 2 employed for a species of Michelinia. Manon of Phillips is = Heliolites.

Mastrema Rafinesque 1819. Journ. Physique t. 88, 428. According to Milne Edwards there mentioned along with several other genera, which are badly described.

Medusæphyllum F. Ad. Roemer 1855. Palæontographica V, 33. = Acervularia?

Menophyllum Edw. H. 1850. Brit. Foss. Cor. lxvi. C.

Metriophyllum Edw. H. 1850. Brit. Foss. Cor. lxix. S.

Michelinia De Koninck 1842. Anim. Foss. de Belgique, 29. D. C.

Microcyclus Meek and Worthen 1868. Palæont. of Illinois, III, 420. C.

Microplasma Dyb. 1873. Mon. I, 84; II, 253. = Cystiphyllum.

Millepora L. 1767. S. N. ed. XII, 1283. Contains a Favosites (M. solida) from Gotland.

Milleporites Schloth. 1820. Petref-k. 363. Embraces ramose Favositidæ. Wahlenberg in Petref. Telluris Suec. 1821 p. 100 refers forms of Heliolites and Favosites to this genus.

Monilopora Nicholson & Etheridge 1879. Geol. Mag. 293. In the vicinity of Syringopora. C.

Montastræa Blainville 1834. Man. Actinol. 374, contains species of Cyathophyllum, Heliolites and others.

Monticularia Lamk. 1816. Anim. s. vertèbr. 248. Used by Steininger for Cyathophylla, but intended by Lamarck for Fischer's Hydnophora. p. p.

Mortieria De Koninck 1842. Anim. fossiles de Belgique, 12. C.

Nemaphyllum Mac Coy 1849. Ann. M. N. H. 2:d Ser., III, 15, name later altered to

Nematophyllum Mac Coy 1855. Brit. Pal. Fossils, 97. = Stylaxis or Lithostrotion Milne Edwards.

Nodulipora Lindstr. 1873. Öfvers. Vet. Ak:s Förh. N:o 4, p. 14. S.

Nyctopora Nicholson 1879. Tabulate Corals, 182. S.

Omphyma Rafinesque & Clifford 1820. Ann. Gen. Phys. V, 235. S.

Ossiculum Barrande 1868. According to Bigsby Thesaurus siluricus, 195. S.

Pachyphyllum Edw. H. 1850. Brit. Foss. Cor. lxviii. D.

Pachypora Lindstr. 1873. Öfvers. Vet. Ak. Förh. N:o 4, p. 14. P. lamellicornis. S.

Palæacis Haime 1860. ap. Edw. H. H.Nat. Cor. III, 171. P. cuneiformis. C.

Palæactis Dollfuss 1875. Mém Soc. Sc. Nat. Cherbourg, XIX, 225. A most questionable cast in the Cambrian schists of Bretagne.

Palæaræa Lindstr. 1882. Bih. Vet. Ak. Handl. Bd. 6, N:o 18, p. 11. P. Lopatini. S.

Palæocyclus Edw. H. 1849. Comptes Rendus. XXIX, 71. From this genus are to be excluded: Pal. Fletcheri, P. rugosus and P. præacutus. P. porpita is the only species as yet known. S.

Palæophyllum Billings 1858. Geol. Survey of Canada, Rept of Progress, 168. = Streptelasma according to Nicholson & Etheridge. Differs according to Billings by forming long, fasciculate and aggregate masses instead of being simple.

Palæopora Mac Coy 1849. A. Mag. N. H. 2:d Ser., III, 129. Contains species of Plasmopora and Propora.

Palæosmilia M. Edw. & Haime 1848. Ann. Sc. Nat. 3:e Ser. t. X. 261. = Cyathophyllum.

Palæotrochis Emmons 1856. American journal of Science and Arts, 389. No coral, only a peculiar concretion.

Palastræa Mac Coy 1855. Brit. Pal. Fossils, 111. Seems to be a Cyathophyllum.

Patinula Eichwald 1829. Zool. spec. I, 186. From the alluvium. Resembles a worn Cyathophyllum.

Pelliculites. Barrande 1868. According to Bigsby Thesaurus siluricus, 195.

Pentaphyllum De Koninck 1872. Recherches sur les anim., 58. Founded on two specimens, each forming a species of its own. Five strongly developed septa should be characteristic, but in the second species there are only four. C.

Peribolites Fischer 1813. Zoognosia I, 382. Only a name without any description or reference.

Peripædium Hemp. & Ehrenberg 1834. Corallenthiere d. rothen Meeres, 84. A form of Cyathophyllum. C.

Petalaxis Edw. H. 1850. Brit. Foss. Cor. lxxi, where the name is Nematophyllum, further on, at page 204, changed as above. Hardly to be distinguished from Lithostrotion.

Petraia Münster 1839. Beitr. zur Petrefaktenkunde I, 42. Kunth has given a detailed description of this genus and shown that there are real grounds for its maintenance. It may in some parts include Dybowski's Cenophyllum. D.

Phillipsastræa D'Orb. 1849. Note sur des polyp. fossiles, 12. D. C. Smithia is synonymous to this.

Pholidophyllum Lindstr. 1870. Öfvers. Vet. Akad. Förh., 925. — S. Synonyms are: Acanthocyclus, Acanthodes, Tryplasma.

Phryganophyllum De Kon. 1872. Recherches sur les animaux foss., 62, in the vicinity of Amplexus. C.

Pinacopora Nichols. & Ether. jr 1878. Sil. Foss of Girvan, 52. =? Plasmopora.

Plasmophyllum Dyb. 1873. Monogr. I, 84. = Cystiphyllum,

Plasmopora Edw. H. 1849. Comptes Rend. XXIX, 262. S. D.

Platyphyllum Lindstr. 1883 in Richthofens China IV, 68. S.

Pleurodictyum Goldf. 1826—33. Petref. Germ. 113. Casts of Favosites and Michelinia.

Polycoelia King 1849. Ann. Mag. N. H. 2:d Ser., vol. III, 388. Very imperfectly known. King describes only a single species P. donatiana. P.

Polydilasma Hall 1852. Pal. N. Y. II, 112. Founded on imperfect specimens, considered by Miller and later authors as identical with Zaphrentis.

Polyorophe Lindström 1882. Öfvers. Vet. Ak:s Förhandl. N:o 3, p. 16, 20. Deriv. *πολυς* many, *οροφη* tabulæ. — Composite, epitheca quite smooth without the least traces of any longitudinal wrinkles; calices, obovate or elliptic in outline, emitting frequent large broad hooks laterally, which connect adjoining polyparies, septa numerous, narrow lines of low blunt spines, tabulæ large, distantiated, extending through the whole polypary, without interruption and nearly horizontal. T. P. glabra n. S.

Polyphyllum Fromentel 1858. Introd. polyp. fossiles, 308. = Cyathaphyllum.

Polystomus König 1824. Icones pl. XIII, f. 153. = Syringopora.

Porites Lamk. 1816. Anim. s. vert. II, 267. Lonsdale placed in this genus species of Heliolites and Plasmopora.

Porpites Schloth. 1820. Petrefaktenkunde 349. Partly identical with Palæocyclus.

Prasopora Nichols. & Etheridge 1877. A. M. N. H. 4 Ser., XX, 388. Perhaps a bryozoan. S.

Prisciturben Kunth 1870. Zeitschrift deutsch. Geol. Gesellsch., XX, 28. Founded on a rugose coral of undetermined genus, enclosed in a mass of Cœnostroma.

Propora Edw. H. 1849. Comptes Rendus XXIX, 262. = Plasmopora.

Protaræa Edw. H. 1851. Polyp. Foss. 146. Syn. Diplastræa Eichwald. S.

Protocyathus Ford 1878. Sillim. Journ. 124. Nearly related to Archæocyathellus.

Protocyathus J. Thomson 1880. Proc. Phil. Soc. Glasgow. XII, 244. Ought to have a new generic name, if really a new genus.

Protolyellia Torell 1869. Lunds Univers. Årsskrift, 10. As Nathorst has demonstrated this is no coral, only a cast of the interior of some Cambrian medusa.

Psammopora Reay Greene 1861. Manual Cœlent., 238, probably only by inadvertence for Plasmopora as this genus is placed next to Heliolites.

Pterorhiza Hempr. & Ehrenb. 1834. Corallenth. des rothen Meeres, 88. = Cyathophyllum. C. radicans, marginatum, excentricum Goldf.

Ptychophyllum Edw. H. 1850. Brit. Foss. Cor. lxix. Syn. Streptelasma. S.

Pycnophyllum Dyb. = Densiphyllum, which name was altered as being wrongly formed. S.

Pyrgia Edw. H. 1851. Pol. terr. pal. 159. = Cladochonus.

Pyritonema Mac Coy 1850. Ann. May. N. H. 2:d Ser., VI, 273. The description is made from »a singular fragment», but this is nothing but a silicified, and consequently somewhat altered Heliolites.

Quenstedtia Rominger 1876. Geol. Survey of Michigan III, ii, 71. A bivalve shell from the Jurassic formation has already been named so by Morris & Lycett and Nicholson changed the name to Romingeria.

Rhabdopora Edw. H. 1849. Comptes Rend. xxix, p. 262. C.

Rhaphidophyllum Lindstr. 1882. Bihang Sv. Vet. Ak:s Handl. Bd 6, N:o 18, 14. S.

Rhizophyllum Lindstr. 1865. Öfvers. Vet. Ak:s Förh., 287. S. D.

Type: Rh. gotlandicum.

Rhizopora De Koninck 1872. Recherches sur les Anim. fossiles, 117. C.

Rhodophyllum Jam. Thomson 1874. Geol. Magazine, 556. Forms of Clisiophyllum.

Rhombopora Meek 1872. Final Rept. Geol. of Nebraska, 141. Perhaps a bryozoan.

Rhysmotes Fischer von Waldheim 1832. Bullet. Moscou, 416. Rh. petiolatus from the silurian limestone of Petersburg is possibly as, Fr. Schmidt has suggested, a Plasmopora.

Rhytidophyllum Lindstr. 1883. Bihang. Vet. Akad. Handl. Bd. 7. N:o 4. p. 62. S.

Roemeria Edw. H. 1851. Pol. Terr. pal., 152. S. D.

Romingeria Nicholson 1879. Tabulate Corals, 114. = Quenstedtia. S. C.

Sarcinula Lamarck 1816. Anim. s. vert. II. 222. L. mixed up several genera and included for inst. Syringophyllum organum.

Siphonaxis Dyb. 1873. Monogr. I, 134. Founded on silicified and altered fragments of an undeterminable coral.

Siphonodendron Mac Coy 1849. A. Mag. N. H. 2:d Ser., III, 127. = Lithostrotion.

Siphonophyllia Scouler 1844 in Mac Coy's Carb. Foss. of Ireland, 187. = Zaphrentis.

Smithia Edw. H. 1851. Pol. terr. pal., 171. The researches of Kunth make it most probable that this genus is identical with the older Phillipsastræa.

Somphopora Lindstr. 1883. Richthofen, China IV, 51. S.

Sphærolites Hinde 1875. Qu. Journ. Geol. Soc. lxxxviii. Geol. Mag. 1875, 514. T. S. Nicholsoni. S.

Sphænopoterium Meek & Worthen 1860. Proc. Phil. Soc. Philad., 448. Seebach considers it identical with Palæacis.

Spongarium Mac Coy 1855. Brit. Pal. Foss. 42. M'Coy identifies the species of this genus with Discophyllum Hall and Actinophyllum Phillips, but they are rather opercula of some unknown rugose coral.

Spongophylloides G. Meyer 1881. Schriften der Physik. Oecon. Gesellschaft zu Königsberg. Abt. 1, 109. The name is formed contrary to the rules commonly adopted and I have changed it to Actinocystis. S.

Spongophyllum. Edw. H. 1851. Pol. Terr. Pal., 425. D.

Stauria Edw. H. 1850. Brit Foss. Cor. lxiv. S.

Stomatopora Bronn 1825. Pflanzenthiere, 27. Contains chiefly stolons of creeping bryozoa, but there may be introduced some Auloporæ or initial stages of Syringopora.

Strephodes Mac Coy 1849. A. M. N. H. 2:d Ser., III, 4. = Cyathophyllum.

Streptastræa Sandberger 1856. Verstein. Nassaus, 416. = Phillipsastræa.

Streptelasma J. Hall 1847. Pal. N. York, I, pl. 4. = Ptychophyllum.

Streptolasma D'Orb. 1850. Prodr. Pal., 24. »Ce sont des Cyathophyllum dont les cellules sont en corne, plus profonds et peu lamelleux au centre.»

Streptoplasma J. Hall 1847. Pal. N. York I, 17; this name is changed to Streptelasma in the same volume at the explanation of figures.

Striatopora Hall 1852. Pal. N. York, II, 156. S. D.

Strombastræa Blainville 1834. Man. d'Actinologie, 376. Contains species o Cyathophyllum and Ptychophyllum.

Strombodes Schweigger 1819. Beob. tab. VI. This genus is founded on two species of which one is Ptychophyllum truncatum L. and the other Cyathoph. stellare L. Consequently it can never be identical with Arachnophyllum, as several authors pretend.

Stylaræa Seebach 1866. Zeitschr. deutsch. Geol. Gesellsch. 306. = Coccoseris Eichw.

Stylastræa Lonsdale 1845. Russia I, 619. = Lithostrotion.

Stylaxis Mac Coy 1849. Ann. Mag. N. H., 2:d Ser , III, 119. = Lithostrotion.

Stylidium Eichwald 1856. Bull. de Moscou. XXIX, I, 112. It resembles a Propora. but as it occurs in the Carboniferous formation it is more probable that it may be a Fistulipora.

Stylidophyllum Fromentel 1858. Introd. ét. Polyp. 316. = Lonsdalia.

Syringolites Hinde 1879. Geol. Magaz. 244. S.

Syringophyllum Edw. H. 1850. Brit. Foss. Cor. lxxii. This genus needs a thorough revision, as it contains highly dissimilar species, of which some as S. cantabricum and S. Torreanum seem to be Phillipsastrææ. S.

Syringopora Goldfuss 1826. Petref. Germ., 75. S. D. C.

Tetradium Dana 1846. Zoophytes. Expl., 701. — Nicholson's Tetradium is possibly some perforate coral, related to Laceripora. S.

Thamnopora Steininger 1834. Mém. Soc. Géol. de France I, 337. = Favosites.

Thamnoptychia Hall 1876. Illustr. Devon. Fossils pl. 33 f. 9 -13. = Striatopora.

Thecia Edw. H. 1849. Comptes Rendus XXIX, 263. S.

Thecostegites Edw. H. 1849. Comptes Rendus XXIX, 261. D.

Thysanophyllum Nicholson & J. Thoms. 1876. Proc. Roy. Soc. Edinb. IX, 149. C.

Trachypora Edw. H. 1851. Pol. terr. pal., 158, 305. D.

Trochophyllum Edw. H. 1850. Brit. Foss. Cor. lxvii. C.

Trochopsis Hemp. & Ehrenb. 1834. Corallenthiere d. roth. Meeres, 53, instead of Turbinolopsis.

Tryplasma Lonsdale 1845. Russia I, 613. = Pholidophyllum.

Tubipora L. 1758. S. N. ed. X, 789. In this edition Linnæus only included recent forms, but in ed. XII, 1270 T. catenularia, serpens and fascicularis are added.

Tubiporites Schloth. 1820. Petrefaktenkunde 366. = Halysites and Syringopora.

Turbinalia Hempr. & Ehrenberg 1834. Corallenth., 53, instead of Turbinolia.

Turbinolia Lamarck 1816. Anim. s. vert. 230. Included originally Eocene and Cretaceous species, but Hisinger and others added palæozoic ones, now recognized as belonging to other genera.

Turbinolopsis Lamx. 1821. Exp. méthod. 85. Type a Microsolena, Lonsdale and Phillips designated thus several Cyathophylla.

Vermipora Hall 1874. 26:th Rept. N. Y. State Cab. 109. He considers this form as a bryozoum, but Rominger and Nicholson again number it amongst the corals. It may nevertheless be questionable whether the last authors have had the same fossils in view as the former.

Vesicularia Rominger 1876. Geol. Survey of Michigan III, II, 35. The name has been given before to a bryozoum, and the species described by Rominger resemble some the genus Arachnophyllum and some Ptychophyllum.

Zaphrentis Rafinesque & Clifford 1820. Ann. Sc. Physiques V, 234. S. D. C.

◆

RECHERCHES

SUR

LA DISPERSION PRISMATIQUE DE LA LUMIÈRE

PAR

C.-E. DE KLERCKER.

AVEC DEUX PLANCHES.

SECOND MÉMOIRE,

PRÉSENTÉ A L'ACAD. R. DES SCIENCES DE SUÈDE, LE 9 MAI 1883.

STOCKHOLM, 1883.
KONGL. BOKTRYCKERIET.
P. A. NORSTEDT & SÖNER.

Conformément à la théorie récente sur la nature de l'électricité, due à notre illustre savant M. EDLUND [1]), on peut admettre l'hypothèse, depuis longtemps émise par d'autres physiciens, que *chaque molécule matérielle est pourvue d'une enveloppe d'éther comprimé.* En effet, d'après cette théorie, successivement perfectionnée avec tant de soin par son auteur, et toujours en pleine conformité avec l'expérience, une molécule matérielle doit être considérée comme un condensateur électrique en état d'accumuler autour de soi une certaine masse électrique, qui n'est pas autre chose que l'éther même à un état de condensation plus ou moins grande.

Adoptant cette hypothèse dans ma théorie sur la dispersion de la lumière, j'ai supposé que partout, *en dedans d'un milieu matériel parfaitement isotrope*, où se propage la surface d'une onde lumineuse, l'influence retardatrice des enveloppes éthérées, comme aussi des parties purement matérielles des molécules, sur un élément de cette surface, devait être, en moyenne, la même, si, au lieu de se trouver, comme elles le sont en réalité, uniformément dispersées dans le milieu matériel, ces enveloppes et ces parties matérielles des molécules avaient été réunies, volume à volume, de manière à former des couches simples, parallèles entre elles et avec la surface de l'onde.

J'ai donc posé que ces couches sont composées d'éther comprimé à la densité moyenne des enveloppes éthérées, et que chacune d'elles est divisée en deux parties égales par une autre couche composée de la substance purement matérielle que contiennent les molécules, ou plutôt leurs atomes.

L'épaisseur de ces couches et leur distance respective sont déterminées non-seulement par le volume qu'occupe une enveloppe éthérée et celui de la partie matérielle de la molécule, mais encore par le nombre de molécules que renferme l'unité de volume. Elles sont, par conséquent, des grandeurs qui dépendent de l'état chimique et physique du milieu matériel.

---

[1]) *Théorie des phénomènes electriques.* par E. EDLUND. K. Sv. Vet.-Akad. Handl. Bd. 12. N:o 8 (1874). Sép. chez BROCKHAUS, Leipzig.

Considérant d'abord la propagation de la lumière en direction normale par rapport à la surface limitrophe du milieu réfringent, je suppose que l'unité de volume forme un cube dont l'une des surfaces coïncide avec ladite surface, à laquelle les couches idéales deviennent parallèles.

Or, une fois l'épaisseur des couches idéales et de leur intervalle d'éther libre déterminée en dedans de ce cube, nous pouvons, sans erreur essentielle, considérer tous les éléments de surface appartenant aux ondes élémentaires qui émanent de la surface limitrophe, comme influencés en moyenne de la même manière par ce milieu, quelle que soit la direction dans laquelle ces éléments se propagent, pourvu toutefois que le milieu soit parfaitement isotrope.

Dans le développement mathématique de ma théorie, donné dans mon mémoire précédent[1] (pag. 27), je n'ai pas tenu compte assez rigoureusement des positions réelles que doivent avoir, dans l'unité de volume considérée, la première couche idéale par rapport à la surface extérieure, et la dernière par rapport à la surface opposée ou intérieure du cube de l'unité. C'est à tort que j'ai placé la surface extérieure de la première couche comprimée de manière à coïncider avec la surface limitrophe mathématique du milieu, ou, ce qui revient au même, avec la surface extérieure du cube de l'unité, et la dernière couche comprimée de manière à coïncider avec la surface intérieure de ce cube. Un examen plus rigoureux de ce point m'a montré, au contraire, qu'aussitôt que l'on veut chercher une expression algébrique embrassant au plus juste le phénomène de la dispersion, *on ne peut pas négliger la distance qui doit exister entre la première couche comprimée et la surface limitrophe mathématique qui constitue le plan tangeant aux molécules extrêmes, distance parcourue par les ondes lumineuses dans un éther non comprimé.*

En effet, la distance en question, qui varie avec la densité du milieu, joue un rôle très important dans la dispersion.

---

[1] Bihang till K. Sv. Vet.-Akad. Handl. Bd. 7. N:o 1.

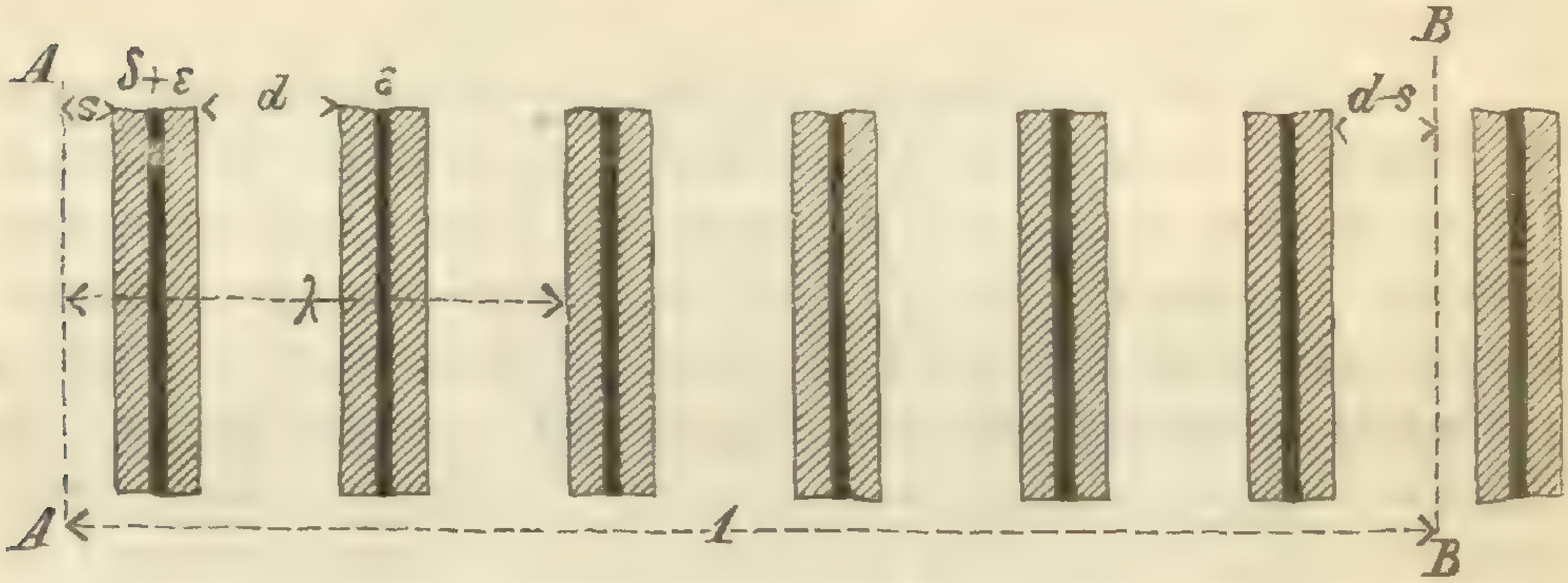
En lui donnant une valeur finie dans le développement de la théorie, on arrivera à des résultats remarquables et de beaucoup supérieurs à ceux déjà établis dans la suite de mon précédent mémoire, résultats dont la concordance avec les données expérimentales obtenues jusqu'ici ne laisse presque rien à désirer, comme j'espère être à même de le montrer dans les pages qui suivent.

En prenant, comme je l'ai fait, le millimètre pour unité de longueur, le nombre de molécules qu'embrasse le cube de l'unité devient toujours fort grand. On peut donc, sans erreur notable, supposer que le cube de l'unité occupe toujours, quelle que soit la densité du milieu réfringent, une position parfaitement symétrique par rapport aux couches idéales. En d'autres termes, on peut supposer que les deux surfaces opposées du cube se trouvent toujours placées symétriquement en dedans de la distance qui sépare deux couches voisines. Grâce à cette admission, on conservera une uniformité parfaite à travers tout le milieu dans la disposition des couches.

Je pose donc que le cube de l'unité est situé immédiatement à la surface limitrophe mathématique, et que cette surface se trouve à une certaine distance de la première couche comprimée. Or, cette distance ne peut pas dépendre uniquement de la densité du milieu réfringent, ou, ce qui revient au même, de la distance entre deux couches voisines. Sans doute, elle dépend aussi, et même en premier lieu, de la qualité chimique et de la densité du milieu étranger qui se trouve immédiatement de l'autre côté de la surface limitrophe; ou, d'après la manière de voir employée ici, elle dépend de la dissimilitude qui doit exister entre les deux couches avoisinantes appartenant aux deux différents milieux contigus. Cette dissimilitude devient presque toujours très grande. Elle a lieu quand le milieu réfringent est un liquide enfermé dans un vaisseau de verre, ou quand un corps solide est entouré d'air. Dans les gaz, la distance en question peut encore dépendre de la vitesse avec laquelle, selon la théorie cinématique, les molécules gazeuses frappent les parois environnantes. Chez les liquides examinés dans la suite de ce mémoire, elle paraît être environ la moitié de la distance entre deux couches voisines.

Soit maintenant AB, fig. 1, l'unité de longueur qui embrasse un certain nombre, b, de couches d'éther comprimé, chacune de ces couches ayant une épaisseur $= \delta$, laquelle est cependant divisée en deux parties égales par une couche centrale, de l'épaisseur ε, formée par le milieu purement matériel que contiennent les molécules.

Fig. 1.



Or, ce nombre, b, de couches sur l'unité de longueur, doit toujours être considérablement plus grand que le nombre, n, qu'embrasse la longueur d'onde intérieure, λ, vu que le maximum de longueur d'onde lumineuse n'est que d'environ 0,0008 mm. En désignant par d la distance entre deux couches avoisinantes, et par s la distance entre la première couche et la surface limitrophe extérieure AA, où les ondes entrent dans le milieu, on peut donc poser la distance entre la dernière couche et la surface limitrophe intérieure, BB, du cube d'unité, comme étant toujours égale à $d - s$. Il est vrai qu'après cet arrangement, l'unité de longueur doit varier dans les calculs, selon la densité différente du milieu, mais seulement d'une valeur maximum à peu près égale à la distance moléculaire; différence qui certainement n'exerce aucune influence ici, mais qui ne pourrait au contraire être permise s'il était question de déterminer la longueur d'onde intérieure constituant une grandeur du même ordre que la distance moléculaire.

Quand, d'après cette manière de voir, on veut représenter graphiquement la dispersion de la lumière, en rapportant aux axes coordonnés la relation variable qui existe entre la longueur d'onde dans l'éther libre et celle dans le milieu réfringent, on aura d'abord une ligne brisée régulière, exposée déjà dans le mémoire précédent [1]) sous le nom de *courbe des indices de réfraction.*

Dans le nouvel exposé graphique (fig. 3), cette courbe est représentée avec les modifications qui proviennent de ce que maintenant la surface limitrophe mathématique est supposée éloignée, de la première couche idéale, d'une certaine distance, s, qui, d'après ce qui a déjà été dit, doit être variable non-seulement avec la densité du milieu considéré, mais en outre avec l'état d'agrégation de ce milieu, et enfin doit dépendre de la constitution chimique et physique du milieu réfringent qui se trouve de l'autre côté de la surface limitrophe. Dans cet exposé, les couches idéales sont représentées en coupe par ab, $a'b'$, etc., sur l'axe des abscisses, de sorte que la partie du milieu, ε, contient la substance purement matérielle des molécules, impénétrable à l'éther. Comme exemple, il est admis ici *arbitrairement* que la vitesse de la lumière dans une couche d'éther comprimé, conjointement avec la couche matérielle qui se trouve à son milieu, est au plus juste le quart de la vitesse dans l'éther libre. Par suite de cette admission, et en posant la distance, d, entre deux couches avoisinantes $= 0{,}0002504$ mm., et la distance, s, entre la surface limitrophe et la première couche $= 0{,}0001172$ mm., — valeurs obtenues dans la suite de ce mémoire pour l'eau à 19,3° Cels. —, on trouve par le calcul l'épaisseur d'une seule couche, $\delta + \varepsilon, = 0{,}00003$ mm.

De ces données, et en considérant que la relation (ω) entre la longueur d'onde extérieure, L (l'ordonnée), et la longueur d'onde intérieure, λ (l'abscisse), est la relation entre les chemins parcourus en même temps dans l'éther libre et dans l'éther partiellement comprimé, chemins marqués d'après une même échelle aux deux axes coordonnés, on aura la ligne brisée régulière, $o\alpha\beta\alpha'\beta'\ldots\ldots$, qui représente une courbe des indices, de sorte que chaque ligne droite, tirée de l'origine, o, à un point de cette courbe, forme avec l'axe des abscisses un angle dont la tangente est l'indice absolu de réfraction, ω.

Toutefois, cette courbe ne représente qu'un cas idéal, de sorte que dans la pratique on ne retrouvera plus la forme brisée qui, selon la théorie, doit la caractériser.

En effet, comme les valeurs de d, s, δ et ε ne sont que des valeurs moyennes, chaque point de la courbe correspond en réalité à une moyenne de différentes valeurs de λ. Elle montre en moyenne le caractère général de la variation dans la vitesse moyenne de la propagation des éléments de surface d'onde, — vitesse alternativement augmentée et diminuée en dedans de la distance moléculaire —, et elle provient de toutes les conditions vraisemblables d'où dépendent l'origine et les modifications du phénomène de la dispersion. Cependant, elle n'est qu'une première approximation à la véritable courbe moyenne des indices employable dans la pratique.

---

[1]) Voir, l. c., la Planche.

Si les observations expérimentales ont lieu sur un nombre suffisant de lignes spectrales, cette nouvelle et véritable courbe des indices doit toujours passer en dedans des plis de l'autre, en formant, comme il sera montré dans la suite, une ligne, $\mu\varrho$, presque intermédiaire.

Pour arriver à la formule générale de dispersion, on a d'abord à considérer deux cas spéciaux, qui donnent deux formules fondamentales.

Premier cas (voir fig. 1). — Supposez que la longueur d'onde intérieure, λ, est terminée (à partir de la surface limitrophe AA) au moment où la surface d'onde va *entrer* dans une couche comprimée, et désignez:

par n le nombre de couches qu'embrasse cette longueur;

par U la vitesse moyenne de la lumière à son passage;

par u la vitesse constante dans une couche d'éther comprimé;

par u_1 la vitesse constante dans une couche matérielle.

Dans le cas présent, on aura donc:

$$\lambda = n(\delta + \varepsilon) + nd + s\,, \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

et la somme des temps employés:

$$\frac{\lambda}{U} = \frac{n\delta}{u} + \frac{n\varepsilon}{u_1} + \frac{nd + s}{1} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

Eliminant $nd + s$ de ces deux équations, on trouve

$$\lambda\left(\frac{1}{U} - 1\right) = n\left(\left(\frac{\delta}{u} + \frac{\varepsilon}{u_1}\right) - \left(\delta + \varepsilon\right)\right);$$

et, comme

$$\lambda = \frac{L}{\omega}, \text{ et } \frac{1}{U} = \omega,$$

si l'on désigne:

par L la longueur d'onde dans l'éther libre, et
par ω l'indice absolue de réfraction,

$$\omega = \frac{L}{L - n\left(\left(\frac{\delta}{u} + \frac{\varepsilon}{u_1}\right) - \left(\delta + s\right)\right)} \quad \ldots\ldots\ldots \, (3)$$

Pour déterminer la valeur de n, on a la relation suivante (voir fig. 1):

$$b : n = 1 : \lambda - s,$$

c'est-à-dire que le nombre de couches comprimées qu'embrasse l'unité de longueur se comporte au nombre qu'embrasse la longueur d'onde intérieure, λ, comme l'unité de longueur se comporte à λ diminuée de la distance entre la surface limitrophe du milieu réfringent et la première couche comprimée.

Par conséquent:

$$n = b(\lambda - s) = \frac{b(L - \omega s)}{\omega}, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \, (4)$$

valeur qui, introduite dans (3), donne:

$$\omega = \frac{L\left[1 + b\left(\left(\frac{\delta}{u} + \frac{\varepsilon}{u_1}\right) - (\delta + \varepsilon)\right)\right]}{L + sb\left(\left(\frac{\delta}{u} + \frac{\varepsilon}{u_1}\right) - (\delta + \varepsilon)\right)}; \quad \ldots\ldots\ldots \, (5)$$

ou, en mettant

$$b\left(\left(\frac{\delta}{u} + \frac{\varepsilon}{u_1}\right) - (\delta + \varepsilon)\right) = A,$$

$$\omega = (1 + A) \cdot \frac{L}{L + sA}. \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \, (6)$$

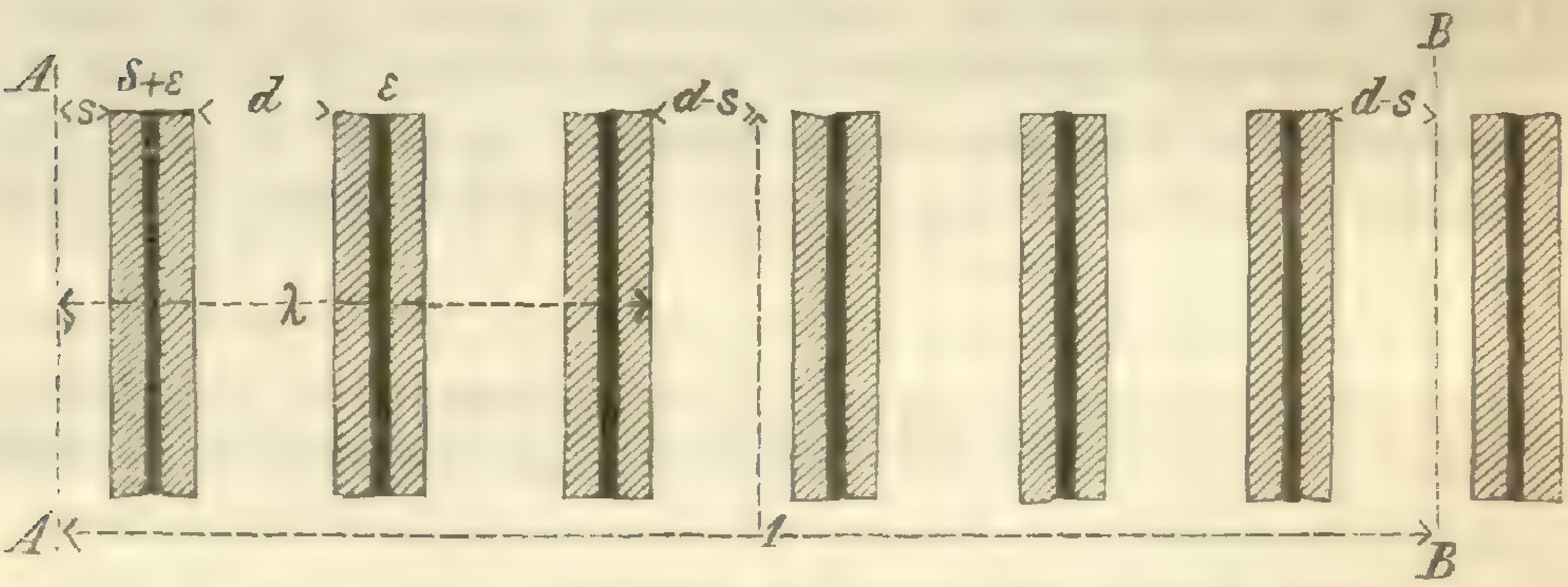
Telle est la formule de dispersion dans ce cas spécial. Elle est, en effet, *l'équation d'une courbe qui ne suit pas la loi ordinaire de la dispersion* (voir la ligne $\alpha\alpha$, fig. 4).

Substituant $\frac{L}{\lambda}$ à ω, on aura

$$\lambda = \frac{L + sA}{1 + A}, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

qui est l'équation de la ligne droite $\alpha\alpha'\alpha''$ ..... dans l'exposé graphique fig. 3, ligne combinant tous les points de la ligne brisée $\alpha\beta\alpha'\beta'$ .... qui correspondent aux points a, a', a'', ... de l'axe des abscisses considérées dans ce cas. En tirant de l'origine, o, aux points α, α', α'', ... des lignes droites, on aura, par rapport à la ligne brisée, la dispersion exacte des rayons dont les longueurs d'onde extérieure correspondent à ces points; mais, pour tout autre point de la ligne $\alpha\alpha'\alpha''$ ..., la dispersion devient toujours *trop petite*.

Fig. 2.



Second cas (voir fig. 2). — Ici, on suppose que la longueur d'onde intérieure, λ, est achevée au moment où la surface d'onde va *sortir* d'une couche comprimée.

Dans ce cas, on a:

$$\lambda = n(\delta + \varepsilon) + (n - 1)d + s, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (8)$$

et la somme des temps employés

$$\frac{\lambda}{U} = \frac{n\delta}{u} + \frac{n\varepsilon}{u_1} + \frac{(n - 1)d + s}{1} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (9)$$

En éliminant $(n - 1)d + s$ de ces deux équations, et en substituant, à λ et à $\frac{1}{U}$, leurs valeurs correspondantes $\frac{L}{\omega}$ et ω, on arrivera à la même expression que dans le premier cas, savoir:

$$\omega = \frac{L}{L - n\left(\left(\frac{\delta}{u} + \frac{\varepsilon}{u_1}\right) - (\delta + \varepsilon)\right)} \, \ldots\ldots\ldots \, (3)$$

Or, pour déterminer la valeur de n, on a dans le cas présent la relation que voici (fig. 2):

$$b : n = 1 : \lambda + (d - s);$$

d'où

$$n = b(\lambda + (d - s)) = \frac{b(L + \omega(d - s))}{\omega}, \, \ldots\ldots \, (10)$$

valeur qui, introduite dans l'expression (3), donne

$$\omega = \frac{L\left[1 + b\left(\left(\frac{\delta}{u} + \frac{\varepsilon}{u_1}\right) - (\delta + \varepsilon)\right)\right]}{L - (d - s) \, . \, b\left(\left(\frac{\delta}{u} + \frac{\varepsilon}{u_1}\right) - (\delta + \varepsilon)\right)}; \, \ldots\ldots \, (11)$$

ou, en mettant, comme auparavant,

$$b\left(\left(\frac{\delta}{u} + \frac{\varepsilon}{u_1}\right) - (\delta + \varepsilon)\right) = A.$$

$$\omega = (1 + A)\frac{L}{L - (d - s)A}, \, \ldots\ldots\ldots\ldots \, (12)$$

c'est-à-dire la formule de dispersion du second cas, constituant *l'équation d'une courbe qui suit la loi ordinaire de la dispersion* (voir la ligne $\beta\beta$, fig. 4).

Substituant $\frac{L}{\lambda}$ à ω, on trouve

$$\lambda = \frac{L - (d - s)A}{1 + A}, \, \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \, (13)$$

qui est l'équation de la ligne droite $\beta\beta'\beta''$ ..... dans l'exposé graphique, fig. 3, combinant tous les points de la ligne brisée $\alpha\beta\alpha'\beta'$ ..... qui correspondent aux points b, b', b'', ... de l'axe des abscisses considérées dans ce cas. En tirant des lignes droites de l'origine, o, aux points β, β', β'', ..., on aura, par rapport à la ligne brisée, une dispersion exacte pour les rayons dont les longueurs d'onde extérieure correspondent à ces points; mais, pour tous les autres points de la ligne $\beta\beta'\beta''$ . . . . ., la dispersion devient toujours *trop grande*.

Ainsi (pourvu que le milieu réfringent soit parfaitement isotrope), on a les deux équations (7) et (13), qui représentent deux lignes droites et parallèles entre elles, enfermant la ligne brisée $\alpha\beta\alpha'\beta'$ . . . .; et chacune d'elles donne, par rapport à cette ligne, en dedans de chaque distance moléculaire, pour un point correspondant à une certaine longueur d'onde extérieure, une valeur moyenne exacte de la relation variable entre L et λ, tandis que pour les autres points desdites lignes correspondant aux longueurs d'onde intermédiaires, cette valeur est entachée d'une erreur. Or, en considérant les deux lignes à la fois, on voit que ces erreurs tendent réciproquement à se contrebalancer, de sorte qu'avec la formule de dispersion qui provient d'une ligne intermédiaire, $\mu\varrho$, fig. 3, coupant la courbe des indices près du milieu de chaque petite fraction constituant la forme brisée, on obtiendra les erreurs maxima réduites de moitié. On trouve, de plus, que cette ligne intermédiaire doit couper la ligne brisée deux fois en dedans de chaque distance moléculaire, ce qui fait que le nombre des valeurs exactes se trouve en même temps doublé; cela, si l'on considère la ligne brisée comme la véritable courbe moyenne. Or, il est évident que, dans la pratique, avec l'emploi d'un grand nombre de résultats expérimentaux rectifiés par interpolation, la ligne intermédiaire devient la véritable courbe des indices.

C'est donc la formule de dispersion provenant de cette ligne intermédiaire, qu'il faut chercher, en prenant la moitié de la somme des équations (6) et (12). On aura alors:

$$\omega = \frac{1+A}{2} \cdot \frac{2L^2 - LA(d-2s)}{L^2 - LA(d-2s) - A^2 s(d-s)}, \ldots \quad (14)$$

ou, en mettant

$$A(d-2s) = B, \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (15)$$

et

$$A^2 s(d-s) = C, \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (16)$$

finalement

$$\omega = \frac{1+A}{2} \cdot \frac{2L^2 - LB}{L^2 - LB - C} \ldots\ldots\ldots \quad (17)$$

soit *la formule de dispersion applicable quand il est question d'un milieu dispersif parfaitement isotrope.* D'après la théorie, elle exprime en moyenne tous les cas possibles de la propagation d'un élément de surface d'onde, et elle deviendra juste dans la pratique, si on l'applique à un grand nombre de données expérimentales égalisées par interpolation.

Elle constitue *l'équation d'une courbe, qui, dans la règle, suit la loi ordinaire de la dispersion* (voir la ligne AH, fig. 4), tant que la valeur de C est négative, c'est-à-dire que, dans l'équation (16), s devient moins grande que d.

De la théorie proposée ici, on peut obtenir encore une autre formule de dispersion, contenant 4 constantes, qui cependant serait moins applicable dans la pratique que celle indiquée (voir l'appendice).

Dans la formule (17), le coefficient principal

$$A = b\left(\left(\frac{\delta}{u} + \frac{\varepsilon}{u_1}\right) - (\delta + \varepsilon)\right), \ldots\ldots\ldots\ldots (18)$$

ou transformé:

$$A = b\left(\delta\frac{1-u}{u} + \varepsilon\frac{1-u_1}{u_1}\right),$$

est une grandeur qui dépend uniquement de la constitution chimique et physique du milieu réfringent. Les autres coefficients,

$$B = A(d-2s) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (19)$$

et

$$C = A^2 s(d-s), \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (20)$$

sont des grandeurs dépendant au contraire aussi, à un certain degré, du milieu transparent matériel qui entoure le corps réfringent.

Dans un milieu isotrope, les valeurs de ces coefficients deviennent donc parfaitement constantes pour toute espèce de lumière, aussi longtemps que l'état chimique et physique du milieu réfringent, comme aussi du milieu transparent qui l'entoure, n'aura pas subi d'altération.

DISCUSSION.

1. — *La formule complète de dispersion* est donc la suivante:

$$\omega = \frac{1 + b\left(\left(\frac{\delta}{u} + \frac{\varepsilon}{u_1}\right) - (\delta + \varepsilon)\right)}{2} \cdot \frac{2L^2 - L(d-2s)\cdot b\left(\left(\frac{\delta}{u} + \frac{\varepsilon}{u_1}\right) - (\delta + \varepsilon)\right)}{L^2 - L(d-2s)\cdot b\left(\left(\frac{\delta}{u} + \frac{\varepsilon}{u_1}\right) - (\delta+\varepsilon)\right) - s(d-s)b^2\left(\left(\frac{\delta}{u} + \frac{\varepsilon}{u_1}\right) - (\delta+\varepsilon)\right)^2} \quad \ldots\ (21)$$

Pour un milieu dont la densité est infiniment petite, et en considérant toujours l'unité de volume, on peut mettre $d = 1$; $\delta = 0$; et $\varepsilon = 0$ (comp. fig. 1). Par conséquent, dans ce cas, on a

$$\omega = 1\,,$$

c'est-à-dire la propagation dans l'éther libre, avec une vitesse commune pour toute espèce de lumière.

Si, au contraire, la densité du milieu réfringent était un maximum, — c'est-à-dire s'il n'y avait pas d'éther libre entre les molécules matérielles —, on aurait: $d = 0$; et $\delta + \varepsilon = \frac{1}{b}$; b étant, comme auparavant, le nombre de couches idéales qu'embrasse l'unité de longueur. Il est très probable que l'on aura aussi $s = 0$, parce que, dans ce cas, le milieu considéré est devenu un corps absolument solide. Par conséquent, la formule donne d'abord:

$$\omega = b\left(\frac{\delta}{u} + \frac{\varepsilon}{u_1}\right) = \frac{1}{\delta + \varepsilon}\left(\frac{\delta}{u} + \frac{\varepsilon}{u_1}\right);$$

et, si l'on suppose la partie matérielle de la molécule infiniment petite comparativement à la partie d'éther comprimé, on aurait la vitesse dans le milieu,

$$\frac{1}{\omega} = u\,,$$

c'est-à-dire la vitesse dans l'éther comprimé.

Dans ce cas idéal, il n'y aurait pas non plus de dispersion des différents rayons lumineux.

2. — Pour arriver à l'expression du **pouvoir réfringent** d'un corps, indépendant de l'état physique de ce corps, il faut se figurer qu'après la formation, comme auparavant, des couches idéales, dont l'épaisseur est déterminée tant par les dimensions de l'enveloppe éthérée, que par la densité accidentelle du milieu, on réunit toutes ces couches de manière que la totalité de l'unité de volume en soit remplie. Alors naturellement les distances d et s disparaîtront, et on aura les expressions fondamentales

$$\lambda = n(\delta + \varepsilon)$$

et

$$\frac{\lambda}{U} = n\left(\frac{\delta}{u} + \frac{\varepsilon}{u_1}\right),$$

d'où, par soustraction,

$$\lambda\left(\frac{1}{U} - 1\right) = n\left(\left(\frac{\delta}{u} + \frac{\varepsilon}{u_1}\right) - (\delta + \varepsilon)\right) \ldots\ldots \quad (22)$$

Selon la relation à peu près exacte,

$$b : n = 1 : \lambda\,,$$

on trouve

$$n = b\lambda\,,$$

valeur qui, introduite en (22), donne approximativement

$$\frac{1}{U} - 1 = b\left(\left(\frac{\delta}{u} + \frac{\varepsilon}{u_1}\right) - (\delta + \varepsilon)\right)$$

ou

$$\omega - 1 = b\left(\delta \,.\, \frac{1 - u}{u} + \varepsilon \,.\, \frac{1 - u_1}{u_1}\right) \ldots\ldots\ldots \quad (23)$$

Or, si l'on désigne (comme dans mon mémoire précédent):

par v le volume d'une enveloppe éthérée;

par v_1 le volume de la partie purement matérielle de la molécule;

par m le poids moléculaire du milieu réfringent;

par σ le poids spécifique du milieu par rapport à l'hydrogène à 0° Cels. et 760 mm. de pression; et

par a le nombre de molécules d'hydrogène que renferme l'unité de volume à la température et à la pression susdites, on a le nombre de couches d'éther comprimé qu'embrasse l'unité de longueur

$$b = \sqrt[3]{\frac{\sigma a}{m}}, \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (24)$$

et le même nombre de couches matérielles.

L'épaisseur d'une couche d'éther comprimé (divisée en deux parties par la couche matérielle), devient

$$\delta = v\sqrt[3]{\frac{\sigma^2 a^2}{m^2}}, \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (25)$$

et l'épaisseur d'une couche matérielle

$$\varepsilon = v_1\sqrt[3]{\frac{\sigma^2 a^2}{m^2}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (26)$$

Par conséquent, la formule (23) peut s'écrire

$$\omega - 1 = \frac{\sigma a}{m}\left(v \cdot \frac{1-u}{u} + v_1 \cdot \frac{1-u_1}{u_1}\right), \ldots\ldots\ldots \quad (27)$$

d'où l'on tire approximativement:

$$\frac{\omega - 1}{\sigma} = \frac{a}{m}\left(v \cdot \frac{1-u}{u} + v_1 \cdot \frac{1-u_1}{u_1}\right) = Const., \ldots \quad (28)$$

qui est précisément *la formule empirique*, généralement connue, du *pouvoir réfringent* d'un milieu isotrope, ou de la *grandeur spécifique de la réfraction.*

APPLICATION.

Je vais maintenant appliquer la nouvelle formule de dispersion à l'expérience, et la comparer en même temps avec la formule, très connue, de CAUCHY.

Dans ce but, je me sers des résultats des expériences faites par VAN DER WILLIGEN sur quelques substances liquides à l'effet d'en trouver le pouvoir dispersif[1]). J'ai choisi de préférence des substances liquides pour remplir, autant que possible, une condition très essentielle qu'exige ma théorie, savoir que le milieu considéré doit être parfaitement isotrope.

Comme exemple du calcul, je me permets de donner ici plus en détail l'examen de la première des substances choisies par moi, savoir:

Eau, à 19,3° Cels.

Le tableau suivant contient les données pour 13 lignes de Frauenhofer.

Tab. 1.

Données de l'expérience.

Lignes spectrales	ω	log. ω	$L.$	log. $L.$
A	1,32899	0,1235217	0,00076335	0,8827237 — 4
a	1,32982	0,1237928	71897	0,8567104 — 4
B	1,33049	0,1240116	68748	0,8372601 — 4
C	1,33120	0,1242433	65656	0,8172744 — 4
D	1,33307	0,1248529	58956	0,7705280 — 4
E	1,33531	0,1255821	52704	0,7218436 — 4
b	1,33574	0,1257219	51729	0,7137341 — 4
F	1,33720	0,1261964	48639	0,6869846 — 4
$\overline{\mathbf{G}}$	1,33912	0,1268195	45339	0,6564719 — 4
G	1,34063	0,1273089	43112	0,6345982 — 4
$\overline{\overline{\mathbf{H}}}$	1,34128	0,1275194	42287	0,6262069 — 4
$\overline{\mathbf{H}}$	1,34232	0,1278560	41038	0,6131862 — 4
H	1.34353	0,1282474	39713	0,5989327 — 4

---

[1]) Arch. du Musée Teyler. Vol. 1. Pag. 160.

Pour déterminer les valeurs numériques des coefficients A, B et C de la nouvelle formule, j'ai trouvé trop long d'employer la méthode, certainement la plus juste, consistant à chercher les valeurs qui font un minimum de la somme des carrés des écarts. Je me suis donc servi de la méthode ordinaire et provisoire de calculer les valeurs des trois coefficients dans les deux formules à comparer d'après les données obtenues des observations sur trois lignes spectrales suffisamment séparées, et j'ai choisi les lignes B, F et $\overline{H}$ de la série employée par VAN DER WILLIGEN.

Calcul d'après la formule de CAUCHY:

$$\omega = a + \frac{b}{L^2} + \frac{c}{L^4} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (29)$$

Quand on introduit dans cette formule les données relatives aux lignes de Frauenhofer B, F et $\overline{H}$, on aura les trois équations primitives:

$$\begin{array}{llll}
(B) \ldots\ldots & 1{,}33049 = & a + 1716149 \,.\, b + 29451354 \,.\, (10)^5 \,.\, c; & \ldots \text{(I)} \\
(F) \ldots\ldots & 1{,}33720 = & a + 3600085 \,.\, b + 129606149 \,.\, \quad » \quad .\, c; & \ldots \text{(II)} \\
(\overline{H}) \ldots\ldots & \underline{1{,}34232 =} & \underline{a + 5937827 \,.\, b + 352578000 \,.\, \quad » \quad .\, c}, & \ldots \text{(III)} \\
\text{qui donnent} & 0{,}01183 = & \phantom{a +{}} 4221678 \,.\, b + 323126646 \,.\, (10)^5 \,.\, c, & \ldots \text{(IV)} \\
\text{et} & \underline{0{,}00512 =} & \underline{\phantom{a +{}} 2337742 \,.\, b + 222971851 \,.\, (10)^5 \,.\, c} & \ldots \text{(V)}
\end{array}$$

Eliminant b de (IV) et (V), on a:

$$\begin{array}{l}
20239{,}242 = (2337742 \times 4221678) \,.\, b + 52661525 \,.\, (10)^{12} \,.\, c \\
\underline{19568{,}654 = (\text{— — — — — —}) \,.\, b + 66466100 \,.\, (10)^{12} \,.\, c}
\end{array}$$

d'où:

$$c = -\frac{4{,}857722}{(10)^{17}}\,; \ (\log.\ c = 0{,}6864327 - 17)\,.$$

L'équation (V) donne

$$b = \frac{0{,}00512 - 17390388 \,.\, (10)^6 \,.\, c}{1710840{,}9} = \frac{3{,}48646}{(10)^9}\,; (\log.\ b = 0{,}5423846 - 9).$$

De l'équation (I), on tire:

$$a = 1{,}34232 - 5937826{,}8 \,.\, b - 352578 \,.\, (10)^8 \,.\, c = 1{,}3233307.$$

Ainsi, formule provisoire:

$$\omega = 1{,}3233307 + \frac{3{,}48646}{(10)^9 \,.\, L^2} - \frac{4{,}85772}{(10)^{17} \,.\, L^4}\,.$$

Les valeurs de ω, calculées d'après cette formule, sont insérées dans la 3^{me} colonne du tableau 2, et les erreurs, ou écarts, en unités de la cinquième décimale, dans la 4^{me} colonne. Après avoir trouvé la valeur positive de la somme des écarts, j'ai diminué chaque écart de 0,33, d'où résultent les écarts corrigés, insérés dans la 5^{me} colonne. La valeur corrigée de *a* devient alors 1,323327.

Calcul d'après la nouvelle formule:

$$\omega = \frac{1 + A}{2} \cdot \frac{2L^2 - LB}{L^2 - LB - C} \cdot \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (30)$$

Pour les lignes spectrales B, F et $\overline{H}$, on a les trois équations:

$$L_B^2 - L_B B - C = \frac{1 + A}{2} \cdot \frac{2L_B^2 - L_B B}{\omega_B}\,; \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (\mathrm{I})$$

$$L_F^2 - L_F B - C = \frac{1 + A}{2} \cdot \frac{2L_F^2 - L_F B}{\omega_F}\,; \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (\mathrm{II})$$

$$L_{\overline{H}}^2 - L_{\overline{H}} - C = \frac{1 + A}{2} \cdot \frac{2L_{\overline{H}}^2 - L_{\overline{H}} B}{\omega_{\overline{H}}}\,; \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (\mathrm{III})$$

En éliminant C, on tire:

$$(L_B^2 - L_{\overline{H}}^2) - (L_B - L_{\overline{H}}) \,.\, B = \frac{1 + A}{2} \cdot \left[\left(\frac{2L_B^2}{\omega_B} - \frac{2L_H^2}{\omega_{\overline{H}}}\right) - \left(\frac{L_B}{\omega_B} - \frac{L_{\overline{H}}}{\omega_{\overline{H}}}\right) . \, B\right]; \,. \quad (\mathrm{IV})$$

$$(L_F^2 - L_{\overline{H}}^2) - (L_F - L_{\overline{H}}) \,.\, B = \frac{1 + A}{2} \cdot \left[\left(\frac{2L_F^2}{\omega_F} - \frac{2L_{\overline{H}}^2}{\omega_{\overline{H}}}\right) - \left(\frac{L_F}{\omega_F} - \frac{L_{\overline{H}}}{\omega_{\overline{H}}}\right) . \, B\right]; \,.\,. \quad (\mathrm{V})$$

et, par division:

$$\frac{(L_B^2 - L_{\overline{H}}^2) - (L_B - L_{\overline{H}}) \,.\, B}{(L_F^2 - L_{\overline{H}}^2) - (L_F - L_{\overline{H}}) \,.\, B} = \frac{\left(\frac{2L_B^2}{\omega_B} - \frac{2L_{\overline{H}}^2}{\omega_{\overline{H}}}\right) - \left(\frac{L_B}{\omega_B} - \frac{L_{\overline{H}}}{\omega_{\overline{H}}}\right) . \, B}{\left(\frac{2L_F^2}{\omega_F} - \frac{2L_{\overline{H}}^2}{\omega_{\overline{H}}}\right) - \left(\frac{L_F}{\omega_F} - \frac{L_{\overline{H}}}{\omega_{\overline{H}}}\right) . \, B} \ldots\ldots\ldots \quad (\mathrm{VI})$$

Introduisant dans (VI) les valeurs numériques données, on a

$$\frac{0{,}0030421703 - 2{,}771 \,.\, B}{0{,}0006816343 - 0{,}7601 \,.\, B} = \frac{0{,}00459532 - 2{,}109876 \,.\, B}{0{,}001029103 - 0{,}5801323 \,.\, B};$$

d'où

$$B = 5{,}1556 \,.\, (10)^{-6}; \ (\log.\ B = 0{,}7122708 - 6).$$

Ce résultat, substitué dans (IV), donne

$$\frac{1+A}{2} = \frac{0{,}0030421703 - 2{,}771 \,.\, 5{,}1556 \,.\, (10)^{-6}}{0{,}00459532 - 2{,}109876 \,.\, 5{,}1556 \,.\, (10)^{-6}} = 0{,}66046945$$

$$\left(\log.\ \frac{1+A}{2} = 0{,}8198527 - 1\right)$$

et

$$A = 0{,}32093889; \ (\log.\ A = 0{,}5064223 - 1).$$

Pour trouver la valeur de C, on peut substituer dans l'équation (III) les valeurs obtenues de A et de B, et l'on aura

$$C = 1{,}60785 \,.\, (10)^{-9}; \ (\log.\ C = 0{,}2062455 - 9).$$

Ainsi, formule provisoire:

$$\omega = 0{,}660469 \,.\, \frac{2L^2 - 5{,}1556 \,.\, (10)^{-6} \,.\, L}{L^2 - 5{,}1556 \,.\, (10)^{-6} - 1{,}60785 \,.\, (10)^{-9}}.$$

Dans le tableau 2, 6me colonne, j'ai inséré les valeurs de ω, calculées d'après cette formule; la 7me colonne contient les écarts, et la 8me les écarts corrigés avec $-0{,}25$, de la même manière que dans le calcul exécuté d'après la formule de CAUCHY.

Les tableaux 3, 4 et 5 montrent les résultats obtenus pour trois autres substances liquides, supposées isotropes, savoir: la *Térébenthine*, une *dissolution de Na Cl*, et une *dissolution de Ca Cl*, en employant la même méthode de calcul qu'auparavant.

Enfin, le tableau 6 contient les résultats pour *l'Eau* à 19,3° Cels., en employant la formule

$$\omega = (1 + A)\frac{L}{L - B},$$

proposée pag. 49, de mon mémoire précédent. Comparés avec les résultats du tableau 2, obtenus par la nouvelle formule

$$\omega = \frac{1+A}{2} \cdot \frac{2L^2 - LB}{L^2 - LB - C},$$

ils montrent combien on perd en précision quand on s'arrête en chemin.

Tab. 2.

Eau à 19°,3 Cels.

Lignes spectrales	Valeurs trouvées de ω	D'après la *formule de* CAUCHY			D'après la *formule nouvelle*		
		Valeurs calculées	à la 5me décimale		Valeurs calculées	à la 5me décimale	
			écarts	corr.		écarts	corr.
A	1,32899	1,329171	+ 18,1	+ 18	1,329125	+ 13,5	+ 13
a	1,32982	1,329894	+ 7,4	+ 7	1,329875	+ 5,5	+ 5
B	1,33049	1,330490	0,0	0	1,330490	0,0	0
C	1,33120	1,331157	— 4,3	— 5	1,331171	— 2,9	— 3
D	1,33307	1,332959	— 11,1	— 11	1,332986	— 8,4	— 9
E	1,33531	1,335253	— 5,7	— 6	1,335269	— 4,1	— 4
b	1,33574	1,335681	— 5,9	— 6	1,335694	— 4,6	— 5
F	1,33720	1,337200	0,0	0	1,337200	0,0	0
$\overline{\mathbf{G}}$	1,33912	1,349142	+ 2,2	+ 2	1,339130	+ 1,0	+ 1
G	1,34063	1,340683	+ 5,3	+ 5	1,340671	+ 4,1	+ 4
$\overline{\overline{\mathbf{H}}}$	1,34128	1,341309	+ 2,9	+ 3	1,341299	+ 1,9	+ 2
$\overline{\mathbf{H}}$	1.34232	1,342320	0,0	0	1,342320	0,0	0
H	1,34353	1,343484	— 4,6	— 5	1,343503	— 2,7	— 3
			+ 35,9	+ 35		+ 26,0	+ 25
			— 31,6	— 33		— 22,7	— 24
		$\frac{4,3}{13} = 0,33$	+ 4,3		$\frac{3,3}{13} = 0,25$	+ 3,3	
		Somme des carrés: **654**			*Somme des carrés:* **355**		

Formule de CAUCHY: $\omega = 1,3233307 + \frac{3,48646}{(10)^9 \cdot L^2} - \frac{4,85772\,..}{(10)^{17} \cdot L^4}$;

Formule nouvelle: $\omega = 0,66046945 \cdot \frac{2L^2 - 5,1556 \cdot (10)^{-6} \cdot L}{L^2 - 5,1556 \cdot (10)^{-6} \cdot L - 1,60785 \cdot (10)^{-9}}$.

Tab. 3.

Térébenthine à 20°,7 Cels.

Lignes spectrales	Valeurs trouvées de ω	D'après la *formule de* CAUCHY			D'après la *formule nouvelle*		
		Valeurs calculées	à la 5me décimale		Valeurs calculées	à la 5me décimale	
			écarts	corr.		écarts	corr.
A	1,46627	1,466211	— 5,9	— 5	1,466287	+ 1,7	+ 2
a	1,46732	1,467294	— 2,6	— 2	1,467322	+ 0,2	+ 1
B	1,46820	1,468200	0,0	+ 1	1,468200	0,0	+ 1
C	1,46925	1,469228	— 2,2	— 1	1,469207	— 4,3	— 4
D	1,47212	1,472081	— 3,9	— 3	1,472041	— 7,9	— 7
E	1,47590	1,475883	— 1,7	— 1	1,475859	— 4,1	— 3
b	1,47666	1,476616	— 4,4	— 3	1,476597	— 6,3	— 6
F	1,47927	1,479270	0,0	+ 1	1,479270	0,0	+ 1
$\overline{\mathbf{G}}$	1,48280	1,462801	+ 0,1	+ 1	1,482820	+ 2,0	+ 3
G	1,48567	1,485720	+ 5,0	+ 6	1,485739	+ 6,9	+ 8
$\overline{\overline{\mathbf{H}}}$	1,48690	1,486936	+ 3,6	+ 4	1,486950	+ 5,0	+ 6
$\overline{\mathbf{H}}$	1,48894	1,488940	0,0	+ 1	1,488940	0,0	+ 1
H	1,49131	1,491308	— 0,2	+ 1	1,491280	— 3,0	— 2
			+ 8,7	+ 15		+ 15,8	+ 23
			— 20,9	— 15		— 25,6	— 22
	$\frac{-12,2}{13} = -0,9$		— 12,2		$\frac{-9,8}{13} = -0,7$	— 9,8	
		Somme des carrés: **106**			*Somme des carrés:* **231**		

Formule de CAUCHY: $\omega = 1,458062 + \frac{4,56542}{(10)^9 L^2} + \frac{1.06915}{(10)^{16} L^4}$.

Formule nouvelle: $\omega = 0,73093726 \,.\, \frac{2L^2 + 7,5206 \,.\, (10)^{-6} \,.\, L}{L^2 + 7,5206 \,.\, (10)^{-6} \,.\, L - 4.632598 \,.\, (10)^{-9}}$.

Tab. 4.

27,51 % **Na. Cl.** à 23°,2 Cels.

Lignes spectrales	Valeurs trouvées de ω	D'après la *formule de* Cauchy.			D'après la *formule nouvelle*		
		Valeurs calculées	à la 5me décimale		Valeurs calculées	à la 5me décimale	
			écarts	corr.		écarts	corr.
A	1,36603	1,366212	+ 18,2	+ 18	1,366162	+ 15,2	+ 15
a	1,36702	1,367075	+ 5,5	+ 5	1,367064	+ 4 4	+ 4
B	1,36779	1,367790	0,0	— 1	1,367790	0,0	— 1
C	1,36863	1,368592	— 3,8	— 4	1,368600	— 3,0	— 3
D	1,37088	1,370774	— 10,6	— 11	1,370791	— 8,9	— 9
E	1,37361	1,373584	— 2,6	— 3	1,373594	— 1,6	— 2
b	1,37416	1,374113	— 4,7	— 5	1,374412	— 3,9	— 4
F	1,37600	1,376000	0,0	— 1	1,376000	0,0	— 1
$\overline{\mathbf{G}}$	1,37843	1,378439	+ 0,9	0	1 378431	+ 0,1	0
G	1,38033	1,380397	+ 6,7	+ 6	1,380389	+ 5,9	+ 5
$\overline{\overline{\mathbf{H}}}$	1,38117	1,381198	+ 2,8	+ 2	1,381192	+ 2,2	+ 2
$\overline{\mathbf{H}}$	1,38250	1,382500	0,0	— 1	1,382500	0,0	— 1
H	1,38406	1,384010	— 5,0	— 6	1,384022	— 3,8	— 4
			+ 34,1	**+ 31**		**+ 27,8**	**+ 26**
			— 26,7	**— 32**		**— 21,2**	**— 25**
		$\frac{7,4}{13} = 0,6$	+ 7,4		$\frac{6,6}{13} = 0,5$	+ 6,6	
			Somme des carrés: **599**			*Somme des carrés:* **399**	

Formule de Cauchy: $\omega = 1,359352 + \frac{4,03747}{(10)^9 L^2} - \frac{2,343085}{(10)^{17} \,.\, L^4}$.

Formule nouvelle: $\omega = 0,6789368 \,.\, \frac{2L^2 - 3,1046 \,.\, (10)^{-6} \,.\, L}{L^2 - 3,1046 \,.\, (10)^{-6} \,.\, L - 2\,351534 \,.\, (10)^{-9}}$.

Tab. 5.

33,07 % **Ca. Cl.** à 22°,9 Cels.

Lignes spectrales	Valeurs trouvées de ω	D'après la *formule* de CAUCHY			D'après la *formule nouvelle*		
		Valeurs calculées	à la 5me décimale		Valeurs calculées	à la 5me décimale	
			écarts	corr.		écarts	corr.
A	1,39126	1,391432	+ 17,2	+ 18	1,391396	+ 13,6	+ 14
a	1,39230	1,392372	+ 7,2	+ 8	1,392327	+ 2,7	+ 3
B	1,39315	1,393150	0,0	0	1,393150	0,0	+ 1
C	1,39411	1,394023	— 8,7	— 8	1,394033	— 7,7	— 7
D	1,39652	1,396394	— 12,6	— 12	1,396415	— 10,5	— 10
E	1,39951	1,399443	— 6,7	— 6	1,399455	— 5,5	— 5
b	1,40006	1,400017	— 4,3	— 4	1,400026	— 3,4	— 3
F	1,40206	1,402060	0,0	0	1,402060	0,0	+ 1
$\overline{\mathbf{G}}$	1,40466	1,404698	+ 3,8	+ 4	1,404688	+ 2,8	+ 4
G	1,40679	1,406812	+ 2,2	+ 3	1,406802	+ 1,2	+ 2
$\overline{\overline{\mathbf{H}}}$	1,40764	1,407676	+ 3,6	+ 4	1,407669	+ 2,9	+ 4
$\overline{\mathbf{H}}$	1,40908	1,409080	0,0	0	1,409080	0,0	+ 1
H	1,41078	1,410707	— 7,3	— 7	1,410720	— 6,0	— 5
			+ 34,0	+ 37		+ 23,2	+ 30
			— 39,6	— 37		— 33,1	— 30
		$\frac{-5,6}{13} = -0,4$	— 5,6		$\frac{-9,9}{13} = -0,8$	— 9,9	
		Somme des carrés: **738**			*Somme des carrés:* **452**		

Formule de CAUCHY: $\omega = 1,383946 + \frac{4,4149}{(10)^9 L^2} - \frac{3,06598}{(10)^{17} L^4}$.

Formule nouvelle: $\omega = 0,691048 \cdot \frac{2L^2 - 3,823 \cdot (10)^{-6} \cdot L}{L^2 - 3,823 \cdot (10)^{-6} \cdot L - 2,4256 \cdot (10)^{-9}}$.

Tab. 6.

Eau à 19°,3 Cels.

Lignes spectrales	Valeurs trouvées de ω	D'après l'ancienne formule		
		Valeurs calculées	à la 5^me^ décimale	
			écarts	corr.
A	1,32899	1,328672	— 31,8	— 34
a	1,32982	1,329631	— 18,9	— 22
B	1,33049	1,330387	— 10,3	— 13
C	1,33120	1,331200	0,0	— 3
D	1,33307	1,333260	+ 9,0	+ 7
E	1,33531	1,335664	+ 35,4	+ 33
b	1,33574	1,336091	+ 35,1	+ 32
F	1,33720	1,337563	+ 36,8	+ 34
$\overline{\mathbf{G}}$	1,33912	1,339361	+ 24,1	+ 22
G	1,34063	1,340734	+ 10,4	+ 8
$\overline{\overline{\mathbf{H}}}$	1,34128	1,341280	0,0	— 2
$\overline{\mathbf{H}}$	1,34232	1,342148	— 17,2	— 20
H	1,34353	1,343131	— 39,9	— 42
			+ 150,3	+ 136
			— 118,1	— 136
		$\frac{32,2}{13} = 2,48$	+ 32,2	

Somme des carrés: **7844.**

Formule employée: $\omega = 1,313341 \cdot \frac{L}{L - 8,8084 \cdot (10)^{-6}}$.

CONCLUSIONS.

1. — On voit, par ce qui précède, que *la nouvelle formule de dispersion,*

$$\omega = \frac{1 + A}{2} \cdot \frac{2L^2 - LB}{L^2 - LB - C},$$

représentée graphiquement par la courbe AH, fig. 4, correspond en mettant $\omega = \frac{L}{\lambda}$, à l'équation,

$$\lambda = \frac{2}{1 + A} \cdot \frac{L^2 - LB - C}{2L - B},$$

d'une courbe, $\mu\varrho$ fig. 3, tirée de manière à couper, près du milieu, toutes les parties brisées de la courbe $\alpha\beta\alpha'\beta'$ . . . . . .

Mais, cette nouvelle formule, qui constitue une moyenne de 2 formules fondamentales, n'est, en effet, qu'approximative; car la théorie en donne encore une autre, composée de 3 formules fondamentales, qui est plus exacte, mais en même temps, dans la pratique, moins applicable que celle-ci (voir l'appendice, formule (38)).

La formule de CAUCHY, qui, pour comparaison, a été employée ici comme à l'ordinaire avec trois termes, n'est non plus qu'approximative. On sait qu'en réalité elle s'écrit

$$\omega = a + \frac{b}{L^2} + \frac{c}{L^4} + \frac{d}{L^6} + \text{etc.}$$

Cependant, les tableaux donnés ici montrent qu'en général *les résultats obtenus par le calcul d'après les deux formules s'accordent suffisamment bien avec les données de l'expérience sans qu'ils s'y adaptent d'une manière absolue. Ainsi, l'on trouve que, dans la règle, l'écart maximum de la valeur de l'indice de réfraction, ω, ne s'élève que très rarement à la quatrième décimale, et alors seulement d'une unité.*

Il y a cependant une exception singulière concernant la ligne spectrale A quand on emploie l'*Eau*, le *Na Cl* ou le *Ca Cl*. On constate alors pour cette ligne, avec l'une et l'autre de ces formules, un écart plus considérable que pour les autres; toutefois, il ne s'élève jamais à deux unités dans la quatrième décimale. C'est seulement avec la nouvelle formule à 4 termes (36) qu'il disparaît.

D'où provient cet écart extraordinaire? Il ne parait pas être dû à une erreur d'observation, car il se répète de la même manière avec trois différentes substances. Ne pourrait-il pas dépendre d'une appréciation fautive de la longueur d'onde extérieure, vu qu'il disparaît dans l'emploi d'une autre substance, la Térébenthine? Il semblerait plutôt provenir d'un choix moins convenable des lignes de Frauenhofer employées dans le calcul pour déterminer les valeurs numériques des coefficients des deux formules. Quoiqu'il en soit, il est toujours remarquable que cet écart extraordinaire se montre avec la même valeur et le même signe pour les trois substances aqueuses, *l'Eau* pure et les solutions de *Na Cl* et de *Ca Cl*. Ainsi, en employant la formule de CAUCHY, il s'élève à + 18 unités et avec la nouvelle formule, à + 14 ou 15 unités.

2. — Quand on compare entre eux les résultats obtenus par les deux différentes formules à trois coefficients, on voit que, *pour la* ***Térébenthine,*** *la formule de* CAUCHY *donne le meilleur résultat, tandis que pour* ***l'Eau,*** *le* ***Na Cl*** *et le* ***Ca Cl,*** *il existe une prépondérance décidée du côté de la nouvelle formule.*

En comparant les coefficients des deux formules (29) et (30), nous voyons par les tableaux 2, 3, 4 et 5, d'abord que la valeur numérique du coefficient principal, A, dans la nouvelle formule, devient à peu près la valeur du coefficient a dans la formule de CAUCHY, moins 1, comme le montre le tableau suivant.

Substance	A	$a-1$	diff.
Eau	0,32094	0,32333	0,00239
Térébenthine	0,46187	0,45806	0,00619
Na Cl	0,35787	0,35935	0,00148
Ca Cl	0,38209	0,38395	0,00186

Dans la formule de CAUCHY, la valeur numérique du coefficient c est positive pour la *Térébenthine*, tandis que pour les autres substances elle devient négative.

Dans la nouvelle formule, si l'on pose tous les termes positifs,

$$\omega = \frac{1 + A}{2} \cdot \frac{2L^2 + LB}{L^2 + LB + C},$$

les valeurs des coefficients B et C deviennent négatives pour *l'Eau* et les solutions aqueuses de *Na Cl* et de *Ca Cl*, tandis que pour la *Térébenthine* ce n'est que la valeur de C qui devient négative.

3. — Le signe des coefficients de la nouvelle formule dépend des équations (19) et (20), c'est-à-dire de la relation qui existe entre les valeurs de d et s, de sorte que si $2s$ de la première équation devient plus grand que d, on aura une valeur négative pour B, et que si s de l'autre équation est plus grand que d, on aura une valeur négative pour C.

4. — Les équations (19) et (20) nous donnent:

$$d = \frac{\sqrt{B^2 + 4C}}{A}; \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (31)$$

et

$$2s = d - \frac{B}{A}. \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (32)$$

Par conséquent, si les valeurs numériques des coefficients A, B et C sont déterminées, on peut calculer les valeurs absolues de la distance, d, entre les couches comprimées, et de celle, s, entre la surface limitrophe du milieu et la première couche.

Ainsi nous obtenons:

*pour **Eau** à 19°,3 Cels.; poids spéc. à 4° Cels. = 1,00000;*

$d = 0{,}00025039$ mm.
$s = 0{,}00011717$ »

*pour 33,07 % dissol. de **Ca Cl** à 22°,9 Cels.; poids spéc. à 17°,19 Cels. = 1,22692.*

$d = 0{,}00025798$ mm.
$s = 0{,}00012399$ »

*pour 27,51 % dissol. de **Na Cl** à 23°,2 Cels.; poids spéc. à 15°,47 Cels. = 1,16279.*

$d = 0{,}00027114$ mm.
$s = 0{,}00013123$ »

pour **Térébenthine** *à 20°,7 Cels.; poids spéc. à 18°,2 Cels.* = 1,88735.

$$d = 0{,}00029534 \text{ mm.}$$
$$s = 0{,}00015581 \text{ »}$$

5. — Pour trouver les valeurs absolues de toutes les autres grandeurs moléculaires qui entrent dans le calcul, il faut nécessairement connaître d'avance au moins une de ces valeurs.

Ainsi, en admettant arbitrairement la vitesse, u_1, de la lumière dans la partie purement matérielle de la molécule comme égale à la vitesse, u, dans les enveloppes d'éther comprimé, on ne peut pas déterminer cette vitesse sans connaître l'épaisseur, $\delta + \varepsilon$, d'une couche idéale; ou *vice-versa*. D'après les équations

$$A = b\ (\delta + \varepsilon) \cdot \frac{1 - u}{u},$$

et

$$b = \frac{1}{d + (\delta + \varepsilon)}, \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (33)$$

on aura alors

$$\frac{(\delta + \varepsilon)}{u} \cdot (1 - u) = \frac{A}{1 + A} \cdot d, \ldots\ldots\ldots \quad (34)$$

qui exprime le retard apporté à la surface d'onde, après qu'elle a passé par une couche comprimée.

Pour pouvoir nettement représenter la courbe des indices de l'eau à 19°,3 Cels. dans l'exposé graphique, fig. 3, j'ai dû admettre arbitrairement que la vitesse u est égale à 0,25 de la vitesse dans l'éther libre, d'où j'ai obtenu, de (34)

$$(\delta + \varepsilon) = 0{,}00003 \text{ mm.},$$

et de (33), le nombre de couches qu'embrasse l'unité de longueur

$$b = 3566.$$

Mais, en réalité, la distance $(\delta + \varepsilon)$ doit naturellement être plus petite que le diamètre de l'enveloppe éthérée d'une molécule, et nous savons que le diamètre d'une molécule a été évalué en valeur minimum à 0,000001 mm. par la théorie cinématique[1]. Or, si l'on pose cette valeur comme maximum de $(\delta + \varepsilon)$, on aura, selon (34), pour l'eau les valeurs correspondantes:

---

[1] Die Kinetische Theorie der Gase, von Meyer, pag. 237.

$$u = 0{,}016172$$
$$b = 3978,$$

et le nombre de molécules d'eau que renferme le millimètre cube, sera d'environ 63,000,000,000.

On peut donc conclure qu'en réalité, *la vitesse moyenne dans les enveloppes éthérées est encore considérablement plus petite que 0,016 de la vitesse dans l'éther libre.*

Revenons, maintenant, à l'équation

$$b = \sqrt[3]{\frac{\sigma a}{m}}, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (24)$$

dans laquelle σ signifie le poids spécifique du milieu par rapport à l'hydrogène à 0° Cels, et 760 mm. de pression, m le poids moléculaire, a le nombre de molécules d'hydrogène dans l'unité de volume (1 millimètre cube), et b, comme auparavant, le nombre de couches idéales qu'embrasse l'unité de longueur.

En posant, pour *l'eau*, dans cette équation:

$$b = 4000,$$

qui est, à peu près, la valeur maximum obtenue par l'équation

$$b = \frac{1}{d + (\delta + \varepsilon)}$$

si l'on néglige la faible valeur de $(\delta + \varepsilon)$;

$$\sigma = 11145$$
$$m = 9,$$

on trouve la valeur de

$$a = \text{environ } 52{,}000{,}000\text{, ou } 52 \cdot (10)^6.$$

Or, d'après la théorie cinématique, on a calculé

$$a = 21\,(10)^{15},$$

valeur plus de 400 millions de fois plus grande que l'autre.

Que signifie donc cette différence énorme dans les résultats des deux théories, bien entendu si elles sont justes l'un et l'autre?

Pourrait-on admettre que dans l'état liquide ou solide des corps, les atomes qui constituent la partie matérielle de la molécule sont liés ensemble en nombre de plusieurs millions; mais, qu'au moment de l'évaporation, ces atomes, par l'augmentation violente du mouvement atomique, se détachent l'un de l'autre et se dispersent dans le vide environnant, où ils forment de nouveaux groupes comparativement très simples, de sorte que, dans l'état gazeux du corps, le nombre des atomes constituant la molécule devient relativement très petit? En d'autres termes, peut-on admettre que la molécule du corps liquide ou solide soit considérablement plus lourde que la molécule gazeuse?

En ce cas, la sphère d'activité des forces moléculaires serait plus grande chez les liquides que chez les gaz. Or, on sait que Plateau[1]) et Quincke[2]) ont trouvé concordamment que les forces capillaires sont encore en activité à une distance de 0,00005 mm., tandis que, selon la théorie cinématique, chez les gaz, le rayon de la sphère d'activité des forces moléculaires n'est que d'environ 0,0000003 mm.[3]).

---

[1]) Mém. de Brux. 1861, t. 33, p. 44; 1847, t. 16, p. 35.

[2]) Pogg. Ann. 1869. Bd. 137, p. 402.

[3]) Die Kinetische Theorie der Gase, von Meyer. Breslau 1877. p. 233.

APPENDICE.

1. — Au lieu de prendre la moitié de la somme des équations fondamentales (6) et (12), on peut aussi multiplier ces équations, d'où l'on aura la formule générale:

$$\omega^2 = (1 + A)^2 \frac{L^2}{L^2 - L(d - 2s)A - s(d - s)A^2},$$

ou

$$\frac{1}{\omega^2} = \frac{1}{(1 + A)^2}\left[1 - \frac{B}{L} - \frac{C}{L^2}\right], \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (35)$$

qui donne presque le même résultat que notre formule générale (17) auparavant employée.

2. — En supposant que la longueur d'onde intérieure, λ, à partir de la surface limitrophe, est terminée au moment où la surface d'onde se trouve au milieu d'une couche d'éther comprimé, on aura

$$\lambda = \left(n + \frac{1}{2}\right) \cdot (\delta + \varepsilon) + nd + s,$$

et la somme des temps employés:

$$\frac{\lambda}{U} = \left(n + \frac{1}{2}\right) \cdot \left(\frac{\delta}{u} + \frac{\varepsilon}{u_1}\right) + \frac{nd + s}{1}.$$

En éliminant $nd + s$ des deux équations, et en substituant à λ et à $\frac{1}{U}$ leurs valeurs correspondantes, $\frac{L}{\omega}$ et ω, on a

$$\lambda = \frac{L - \left(\frac{d}{2} - s\right)A}{1 + A} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (36)$$

qui est l'équation d'une ligne droite, $\gamma\varrho$, fig. 3, intermédiaire et parallèle aux lignes $\alpha\alpha'\alpha''\ldots$ et $\beta\beta'\beta''\ldots$, lesquelles enclosent la ligne brisée.

La formule de dispersion qui correspond à cette ligne droite est

$$\omega = (1 + A)\frac{L}{L - \left(\frac{d}{2} - s\right)A}, \; \ldots\ldots\ldots \; (37)$$

ou *la troisième formule fondamentale,* dont l'exposé graphique, fig. 4, montre une courbe, $\gamma\gamma$, qui suit la loi ordinaire de la dispersion tant que la valeur numérique de s est inférieure à celle de $\frac{d}{2}$.

Or, si l'on multiplie toutes les trois formules fondamentales, on aura la formule générale de dispersion que voici:

$$\frac{1}{\omega^3} = \alpha - \frac{\beta}{L} + \frac{\gamma}{L^2} - \frac{\delta}{L^3}; \; \ldots\ldots\ldots\ldots \; (38)$$

dans laquelle

$$\alpha = \frac{1}{(1 + A)^3},$$

$$\beta = \frac{3}{2} A(d - 2s),$$

$$\gamma = \frac{1}{2} A^2(d^2 - 6ds + 6s^2), \text{ et}$$

$$\delta = \frac{1}{2} A^3 s(3ds - d^2 - 2s^2).$$

Pour *l'eau* à 19°,3 Cels., en introduisant dans cette formule les données relatives aux lignes de Frauenhofer *a*, *D*, *F* et $\overline{H}$, j'ai obtenu les valeurs numériques suivantes:

$$\alpha = 0{,}4427775$$

$$\beta = 1{,}745836 \, . \, (10)^{-5}$$

$$\gamma = 5{,}1471 \, . \, (10)^{-9}$$

$$\delta = 1{,}1984 \, . \, (10)^{-12}.$$

D'après le tableau ci-dessous, on voit que *pour l'eau cette formule donne un excellent résultat.* Cependant, comme elle contient 4 constantes dont la détermination est très fatigante, elle ne paraît pas être convenable dans la pratique.

Eau à 19°,3 Cels.

d'après la nouvelle formule: $\frac{1}{\omega^3} = \alpha - \frac{\beta}{L} + \frac{\gamma}{L^2} - \frac{\delta}{L^3}$.

Lignes spectrales	Valeurs de ω trouvées par l'expérience	Valeurs de ω calculées	à la 5^me^ décimale	
			écarts	corr.
A	1,32899	1,328968	— 2,2	— 2
a	1,32982	1,329820	0,0	0
B	1,33049	1,330491	+ 0,1	0
C	1,33120	1,331214	+ 1,4	+ 1
D	1,33307	1,333070	0,0	0
E	1,33531	1,335318	+ 0,8	+ 1
b	1,33574	1,335733	— 0,7	— 1
F	1,33720	1,337200	0,0	0
$\overline{\mathbf{G}}$	1,33912	1,339096	— 2,4	— 2
G	1,34063	1,340635	+ 0,5	+ 1
$\overline{\mathbf{H}}$	1,34128	1,341273	— 0,7	— 1
$\overline{\mathbf{H}}$	1,34232	1,342320	0,0	0
H	1,34353	1,343556	+ 2,6	+ 3
			+ 5,4	+ 6
			— 6,0	— 6
		$\frac{-0{,}6}{13} = -0{,}05$	— 0,6	

Somme des carrés: **22**

RÉSUMÉ.

La théorie employée ici, explique le phénomène de la dispersion en le considérant au point de vue physique, et en laissant de côté ce qui concerne le mécanisme du mouvement propagatoire de l'éther.

Elle est fondée sur l'hypotèse d'enveloppes d'éther comprimé entourant les molécules matérielles, et sur la réunion idéale des volumes de toutes ces enveloppes, formant, dans le milieu réfringent, des couches simples, à densité moyenne, et parallèles à la surface de l'onde lumineuse.

Elle explique le phénomène de la dispersion en admettant que dans l'éther comprimé, conformément à ce qui se passe dans l'éther libre, la vitesse de propagation est invariablement la même pour différents rayons lumineux.

Ce second mémoire porte sur des recherches récentes et plus rigoureuses d'après cette théorie, recherches qui ont donné des résultats de beaucoup supérieurs à ceux obtenus auparavant, et exposés dans mon mémoire précédent.¹)

Ainsi, au lieu de l'expression

$$\omega = (1 + A)\frac{L}{L - B},$$

donnée précédemment comme formule générale de dispersion, j'arrive maintenant à:

$$\omega = \frac{1 + A}{2} \cdot \frac{2L^2 - LB}{L^2 - LB - C}; \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \text{(I)}$$

ou, avec une égale précision,

$$\frac{1}{\omega^2} = \frac{1}{(1 + A)^2} \cdot \left(1 - \frac{B}{L} - \frac{C}{L^2}\right); \quad \ldots\ldots\ldots \quad \text{(II)}$$

ou, enfin à la formule très approchée, mais moins applicable dans la pratique,

---

¹) Bihang till K. Sv. Vet.-Akad. Handl. Bd. 7. N:o 1.

$$\frac{1}{\omega^3} = \alpha - \frac{\beta}{L} + \frac{\gamma}{L^2} - \frac{\delta}{L^3} \ldots\ldots\ldots\ldots \text{(III)}$$

La nouvelle formule à 3 coefficients, (I) ou (II), s'applique suffisamment bien à l'expérience, à la condition que le milieu réfringent soit parfaitement isotrope. D'une comparaison faite avec la formule de CAUCHY, également à 3 coefficients,

$$\omega = a + \frac{b}{L^2} + \frac{c}{L^4},$$

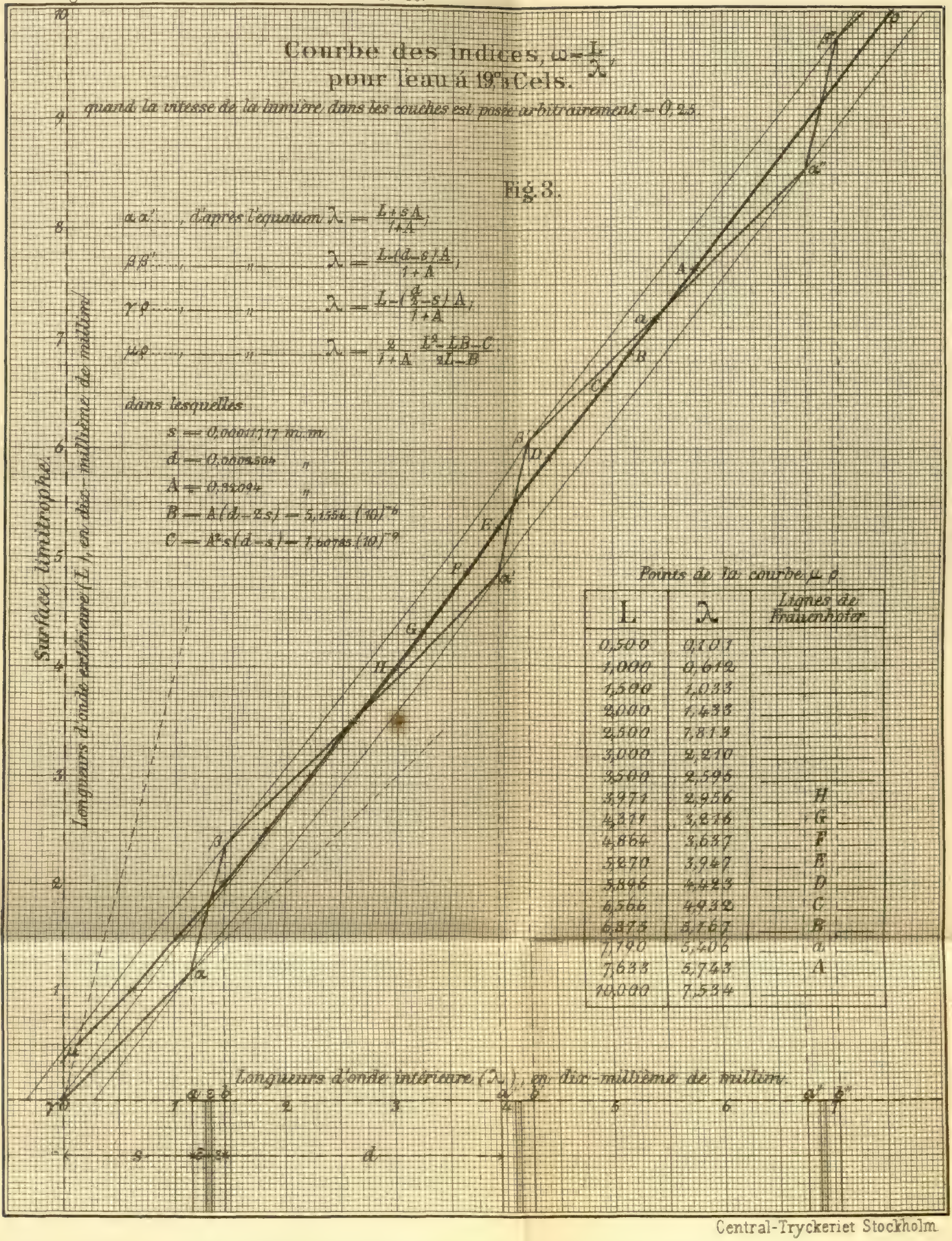
en considérant la dispersion dans quelques liquides, elle a paru même supérieure à cette dernière.

Les coefficients de la nouvelle formule sont composés de grandeurs dont les valeurs numériques dépendent de l'état chimique et physique du corps réfringent, et, à un certain degré aussi, du milieu transparent matériel qui entoure ce corps.

La théorie conduit de même à la *formule empirique*,

$$\frac{\omega - 1}{\sigma} = constante,$$

généralement connue, du *pouvoir réfringent* d'un milieu isotrope, ou de la *grandeur spécifique de la réfraction.*



Courbe des indices, $\omega = \frac{L}{\lambda}$, pour l'eau á 19°,3 Cels.

quand la vitesse de la lumière dans les couches est posée arbitrairement = 0,25.

Fig. 3.

$\alpha\alpha'$ ...., d'après l'équation $\lambda = \frac{L + sA}{1 + A}$,

$\beta\beta''$ ...., — " — $\lambda = \frac{L - (d - s)A}{1 + A}$,

$\gamma\rho$ ...., — " — $\lambda = \frac{L - (\frac{d}{2} - s)A}{1 + A}$,

$\mu\rho$ ...., — " — $\lambda = \frac{2}{1 + A} \cdot \frac{L^2 - LB - C}{2L - B}$.

dans lesquelles

$s = 0{,}00011717$ m.m.

$d = 0{,}0004504$ "

$A = 0{,}32094$ "

$B = A(d - 2s) = 5{,}1556\,(10)^{-6}$

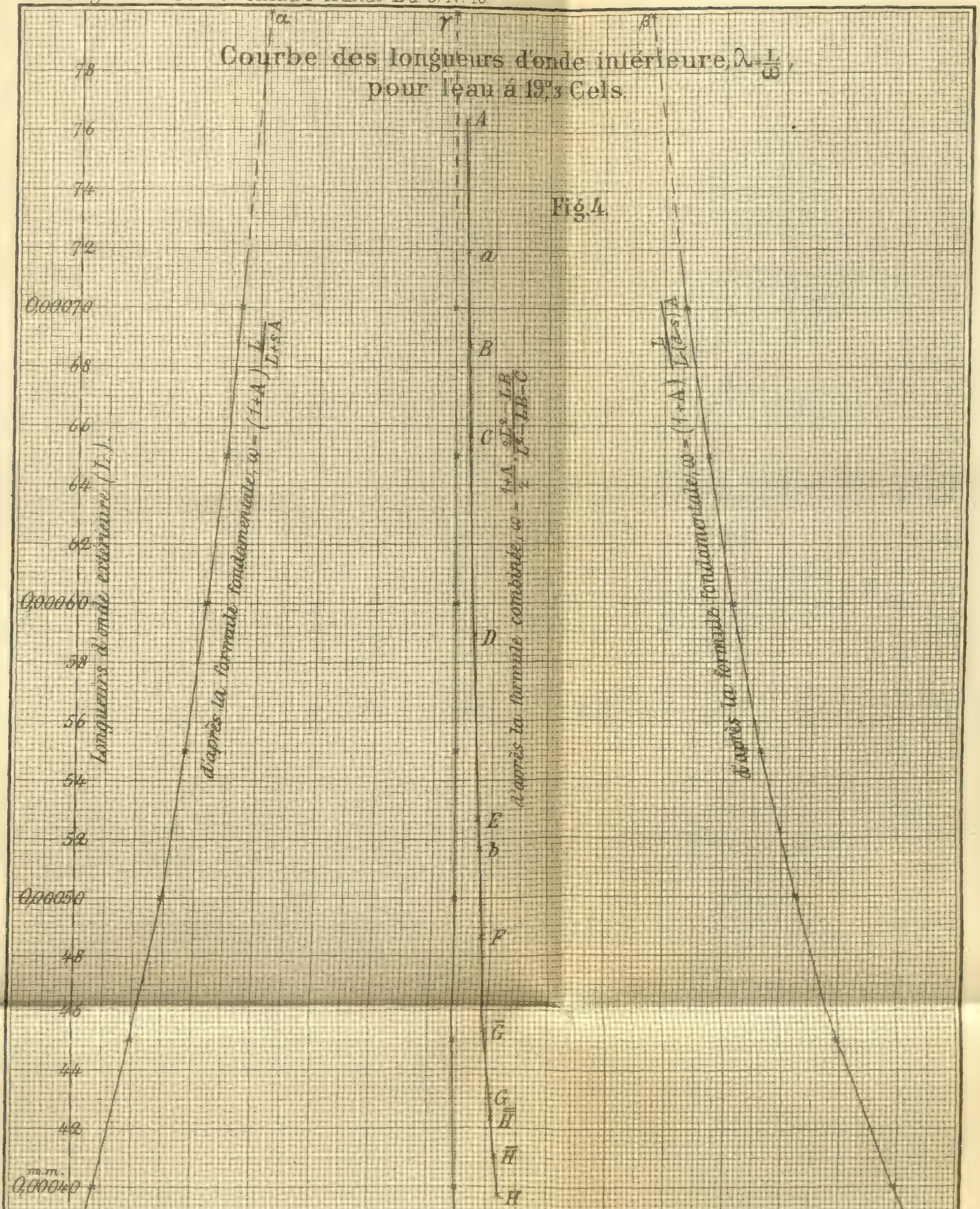
$C = A^2 s(d - s) = 1{,}00745\,(10)^{-9}$

Points de la courbe $\mu\,\rho$.

L	λ	Lignes de Frauenhofer
0,500	0,101	
1,000	0,612	
1,500	1,033	
2,000	1,433	
2,500	1,813	
3,000	2,210	
3,500	2,595	
3,971	2,956	H
4,311	3,216	G
4,864	3,637	F
5,270	3,947	E
5,896	4,423	D
6,566	4,932	C
6,875	5,167	B
7,190	5,406	a
7,633	5,743	A
10,000	7,534	

Surface limitrophe.
Longueurs d'onde extérieure (L), en dix-millième de millim.
Longueurs d'onde intérieure (λ), en dix-millième de millim.
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
γ
μ
ρ
α
β
α'
β'
α''
β''
a
b
a'
b'
s
d
H
G
F
E
D
C
B
a
A

Central-Tryckeriet Stockholm



Courbe des longueurs d'onde intérieure, $\lambda = \frac{L}{\omega}$, pour l'eau à 19°,3 Cels.

Fig. 4.

Central-Tryckeriet Stockholm

BIHANG TILL K. SVENSKA VET.-AKAD. HANDLINGAR. Band 8. N:o 11.

EINE ANGUILLULIDE

AUS

DER SCHNEEFAUNA SPITZBERGENS.

MIT EINER TAFEL.

VON

CARL W. S. AURIVILLIUS.

AN DIE KÖNIGL. AKADEMIE DER WISS. EINGEREICHT D. 9 MAI 1883.

◆

STOCKHOLM, 1883.
KONGL. BOKTRYCKERIET.
P. A. NORSTEDT & SÖNER.

Bei Erforschung der mikroskopischen Pflanzenorganisme, welche die als »rothen Schnee» bekannte Erscheinung der Polargegenden hervorrufen, wurde von Professor V. WITTROCK in einem aus Spitzbergen im Sommer 1882 von Doktor A. G. NATHORST heimgebrachten Material eine Nematode, der Fam. Anguillulidæ gehörig, gefunden, wegen deren näherer Untersuchung ein Theil des Materials gütigst mir überlassen worden ist. Dieses, von Dr NATHORST in der Gegend von Alkhornet auf Spitzbergen im Monat August gesammelt, war bis zum Ende des Decembers trocken aufbewahrt worden, wurde aber zu dieser Zeit der Untersuchung halber in destillirtes Wasser gelegt, was zur Folge hatte, dass nicht nur die Pflanzenorganisme, deren Hauptmasse aus einer kleinen rothgelben Alge (*Sphærella nivalis β lateritia* WITTR. *n. var.*) bestand, wieder auflebten, sondern auch die Nematoden bald die lebhaftesten Bewegungen zeigten. Eine eingehende Darstellung seiner Beobachtungen hierüber hat Prof. WITTROCK in einem Anhange zu der Abhandlung über die Schnee- und Eisflora, besonders der arktischen Gegenden¹), geliefert.

Mehrere Monate nach dieser ersten Behandlung des Algmaterials fand ich in dem zu meiner Verfügung stehenden Theil davon, dass die Mehrzahl der darin befindlichen Würmer, sowohl der ausgebildeten als der ganz kleinen, noch sich entwickelnden dieselbe Lebhaftigkeit bewahrt hatten als da ich Gelegenheit hatte sie zum ersten Mal zu beobachten. Dass die Würmer vielleicht zufälligerweise unter die Algen gekommen wären und nicht aus demselben Orte wie diese stammten, dagegen spricht, wie mir scheint, unzweideutig der Umstand, dass der Darmkanal bei allen Exemplaren, welche einen Inhalt darin hatten, von der karakteristischen Farbe

---

¹) *V. B. Wittrock:* Om snöns och isens flora, särskildt i de arktiska trakterna. Stockholm 1883. Ur: »*A. E. Nordenskiöld,* Studier och Forskningar föranledda af mina resor i höga norden».

war, welche jenen Algen zukommt, besonders da bei näherer Untersuchung ein solcher Ursprung der Contenta des Darmes sich bestätigte.

Da diese Nematode, in sofern ich weiss, die erste der eigentlichen Schnee- oder Eisfauna gehörige Art ist, welche bisher bekannt gemacht worden ist, wäre es vielleicht zu erwarten, dass die eigenthümlichen Verhältnisse, unter denen sie lebt, eine Umbildung wenigstens der äussern Organe zum Unterschied von denjenigen der bisher gekannten Arten gewirkt hätten. Indessen bestätigt sich durch eine nähere Untersuchung eine solche Vermuthung nicht. Vielmehr findet sich eine unzweifelhafte Verwandschaft dieser Art mit denjenigen Formen aus dem temperirten Klima, von denen man kennt, das ihnen vorzugsweise das Vermögen zukommt die Lebenskraft während der Dürre, die von hoher Wärme begleitet ist, zu bewahren. Eine solche Eigenschaft ist nämlich für die bisher gekannten Arten des Gen. *Aphelenchus* BAST. kennzeichnend, in welche Gattung ich kein Bedenken gehabt diesen jetzt zu beschreibenden Schneewurm vermöge seines anatomischen Baues einzuordnen.

Bemerkungen über das Genus **Aphelenchus** BASTIAN.

Ehe ich zu der Beschreibung dieser *Aphelenchus*-art übergehe, welche von den vorher gekannten verschieden ist, kann ich nicht umhin zu der von BASTIAN[1]) aufgestellten Diagnose der Gattung *Aphelenchus* einige Bemerkungen hinzuzufügen, welche theils auf die Mittheilungen BÜTSCHLI's[2]) von den ihm bekannten Arten, theils auf meine eigenen Beobachtungen über die jetzt zu besprechende gestützt sind.

Unter den Karakteren, die nach der Angabe BASTIAN's die Gattung *Aphelenchus* kennzeichnen, findet sich auch derjenige, es fehle der Körperbedeckung an *Börstchen*; auch wird die Anwesenheit der Papillen, im Sinne von *Kopfpapillen*, dahin gestellt, sowie auch, ob *der Stachel des Pharynx* vorstülpbar ist oder nicht.

Was nun die Art aus Spitzbergen betrifft, habe ich in ersterer Hinsicht zahlreiche *Börstchen* gefunden, welche das hintere Körperende bis zu der Gegend um den Anus und bisweilen vor demselben bekleiden; auf anderen Theilen des Körpers habe ich ebenso Börstchen wahrgenommen, aber da zerstreut und nur einseitig dem Körper aufsitzend, während auf dem Hinterkörper die Borstenkleidung rings herum gleich entwickelt war. Zerstreute Börstchen fanden sich am öftesten an oder etwas vor der Mitte des Körpers, an dem hinteren Ende des Oesophagus, um den Pharynx und den Mund u. s. w.

---

[1]) BASTIAN: Monograph on the Anguillulidæ, marine land and fresh water. London 1864. Transact. of the Linnean Soc. Vol. 25.

[2]) BÜTSCHLI: Beiträge zur Kenntniss der freilebenden Nematoden. N. Acta L.-C. Ac. T. 36.

Papillen, im genannten Sinne, d. i. *Kopfpapillen* habe ich nicht wahrgenommen. Dagegen finden sich unter die Börstchen gemischt kegelförmige oder trianguläre Ausstülpungen der Körperbedeckung, deren Aehnlichkeit mit den sogenannten Körperpapillen der Gattung *Enoplus* DUJ. und anderer Gattungen, wie mit den Schwanzpapillen des *Ascaris megalocephala* (Weibchen)[1]), einleuchtend ist. Diese Körperpapillen waren fast ausschliessend am hinteren Körperende gesammelt; nur in einzelnen Fällen zeigten sich einige wenige unter die Börstchen der Körpermitte gemischt.

Sowie die Börstchen so scheinen auch die Körperpapillen vorzugsweise den Individuen, sei es nun Männchen oder Weibchen, zukommen, welche durch die Entwicklung der Generationsorgane sich ausgebildet erweisen. Dass die Körperpapillen Organe der Empfindung sind, ist von SCHNEIDER und BÜTSCHLI durch Untersuchungen solcher Gattungen und Arten, die ein hierzu dienliches Material geliefert, dargethan worden; was nun die Gattung *Aphelenchus* betrifft, bin ich trotz der Anwendung der stärksten Vergrösserungen nicht im Stande gewesen, bei der vorhandenen Art den inneren Bau der Papillen zu ermitteln.

In Rücksicht auf die Körperbedeckung verdient es auch erwähnt zu werden, dass die Poren, welche bei den meisten frei lebenden Nematoden, besonders deutlich bei der Gattung *Dorylaimus* DUJARD., auf derselben beobachtet worden sind, bei der Gattung *Aphelenchus*, sowie bei drei anderen Gattungen der Fam. Anguillulidæ, nämlich *Tylenchus* BAST., *Cephalobus* BAST. und *Plectus* BAST. fehlen. Dass dieser verschiedene Bau des Integuments im Leben dieser Würmer nicht ohne Bedeutung ist, hat BASTIAN. der erste, welcher die Aufmerksamkeit dahin gelenkt, daraus sehen wollen, dass bei diesen vier Gattungen im Gegensatz der übrigen Nematoden das Vermögen längere oder kürzere Zeit Eintrocknung auszuharren auf's stärkste ausgeprägt ist. Durch angestellte Experimente mit färbenden Flüssigkeiten, Glycerin u. s. w. ist er ausserdem zu dem Resultate gekommen, dass sich eine grosse Verschiedenheit hinsichtlich des Vermögens der Körperbedeckung die fremden Stoffe aufzunehmen oder von ihnen Einwirkung zu leiden, bei diesen und jenen geltend macht.[1]) Da also durch solche Versuche seine Beobachtungen über die Abwesenheit der Hautporen bei den genannten Gattungen bestätigt worden sind, sieht er hierin eine der Ursachen, welche das bei diesen Thieren längst gekannte Verhältniss ermöglichen, dass sie nämlich nach einem längeren oder kürzeren Scheintod bei eintretenden günstigeren äusseren Bedingungen wieder aufleben können. Mit solchen Sachverhältnissen vor den Augen als das von dem Weizenälchen, *Tylenchus tritici* BAUER, bekannte, dass es mehrere Jahre hindurch, einer für die Lebensäusserungen nöthigen Feuchtigkeit beraubt, seine Lebenskraft bewahrt, spricht doch derselbe Verfasser die Ansicht aus, dass eine solche Ursache als die jetzt angegebene, nämlich die Abwesenheit der Hautporen nicht ausreiche um die nämliche Eigenschaft zu erklären, die ohne Zweifel auf einem besonderen Bau der inneren Gewebe beruhe.

---

[1]) SCHNEIDER, A.: Monographie der Nematoden. Berlin 1866. Taf. 21 fig. 10.

Von der *Aphelenchus*-art, um welche es sich hier handelt, kann ich freilich nicht aus eigener Beobachtung bestätigen, dass Hautporen ihr fehlen, weil es wegen der geringen Grösse des Thieres nicht möglich gewesen ist den Bau des Integuments kennen zu lernen, aber wohl bin ich vermöge der oben angeführten Beobachtungen im Stande zu bezeugen, theils dass sie mit den vorher gekannten Arten das Vermögen gemeinsam hat, die Lebensfunktionen wieder aufnehmen zu können, nachdem diese während drei—vier Monate ausser Thätigkeit gesetzt worden sind, theils dass sie nach der Belebung noch mehrere Monate lang alle Zeichen einer vollen Lebensthätigkeit zeigte.

Was zuletzt betrifft das von BASTIAN bei der Gattung *Aphelenchus* in Zweifel gesetzte Vermögen den feinen cylindrischen *Stachel*, welcher vor dem Oesophagus gelegen ist, vorstülpen zu können, habe ich bei der Spitzbergsart an mehreren Exemplaren wahrgenommen, dass dessen vorderster Theil bisweilen vor den Lippen hervorragt; ob dies auch von dem ganzen Stachel gilt, bin ich nicht im Stande gewesen zu entscheiden.

---

[1]) BASTIAN: angef. St. Seite 126.

Nach diesen Bemerkungen zufolge der von BASTIAN gegebenen Diagnose der Gattung *Aphelenchus*, denen ich jedoch nicht eine solche Bedeutung beimessen kann, dass eine Trennung der jetzt zu beschreibenden Art von dieser Gattung berechtigt sei, gehe ich zu einer Darstellung der für diese Art kennzeichnenden Karaktere über.

Aphelenchus nivalis n. sp.

Femina: *Charact. externi.* Corpore pellucido, in medio summam præbenti latitudinem, antice paullo angustiore, postice, præsertim pone anum, valde angustato, cauda extrema acuminata, versus anum leviter deflexa.

Setis et papillis conicis his intermixtis in utroque latere sæpissime inter anum et caudam extremam, interdum etiam in medio corporis vel antice sparsim sed in uno tantum latere.

Striis transversis vix conspicuis in parte antica corporis ab ore circiter ad bulbum oesophagi.

Partes digestoria et egestoria. Sicut in *Aphelencho parietino* ore in parte rotundato-conico inter labia duo conica sito; labiis ad basin inter se vix distinctis in apice truncato corporis insidentibus. Pharynge ovali, ut in ceteris speciebus aculeo gracili centrali, parte postica globosa, apice extra labia interdum exserto. Oesophago cylindrico, parte posteriore in bulbum musculosum inflato, tubulo interno antice filiformi, in bulbo lensiformi. Intestino æque lato usque ad medium inter vulvam et anum, deinde angustiore et curvato. Supra intestinum globulis hyalinis sparsis præsertim inter bulbum oesophagi et anum.

Organa genitalia. Ovaria duo, alterum porro, alterum retro versa. Parte extrema utriusque reflexa apice rotundato, cellulis referta, parte non reflexa longius ab orificio genitali attenuata, ovulis nucleolatis polyedricis uniseriatis, inter se contingentibus, propius ab eodem extensa in uterum ovula oblonga corpusculis spermaticis intermixta continentem. Ab utero foras fert vagina curvata labiis rotundatis, intus infundibuliformis. Ovarii posterioris parte recta et reflexa brevioribus quam anterioris. Vagina a cauda extrema corporis distat spatio, qvartam partem corporis æquanti.

Mas: *Charact. externi.* Corpore quam apud feminam magis æque lato, antice vix attenuato, cauda subito graciliore, acuminata. Setis papillisque sicut in femina sæpissime circa caudam ad septimam partem longitudinis corporis, præterea in alterutro latere sparsis.

Partes digestoria et egestoria. Globulis hyalinis circa intestinum sparsis majoribus et frequentioribus quam apud feminam.

Organa genitalia. Tubo spermatifero unico a bulbo oesophagi juxta intestinum usque ad anum porrecto ibique foras ferenti. Corpusculis spermaticis ovulis in parte reflexa ovariorum nascentibus simillimis sed usque ad anum multiseriatis, minutissimis, globosis. Spiculis duobus curvatis prope anum sitis, ad usum copulationis exsertis.

Weibchen. *Aeussere Karaktere.* Der Körper ist durchsichtig; seine grösste Breite findet sich bei oder wenig vor der Mitte, von wo aus er gegen das vordere Ende, welches quer und mit zwei abgerundet konischen Lippen versehen ist, bedeutlich schmäler wird. Das hintere Ende des Körpers ist hinter dem Anus zu einer gewöhnlich gegen die anale Seite etwas eingebogenen Spitze verschmälert, aus welcher eine sehr feine Röhre hervorsticht. Eine Querringelung der Körperhaut wird nur bei sehr hohen Vergrösserungen sichtbar, da sie am deutlichsten auf dem vorderen Theile des Körpers von dem Munde bis zu dem oesophagealen Bulbus hervortritt. An der Körperhaut findet sich eine Borstenkleidung gewöhnlich zwischen dem hinteren Körperende und dem Anus, aber auch, obwohl zerstreut, auf anderen Theilen des Körpers und dann am öftesten auf seinem vordersten Drittel. Körperpapillen kommen dem Weibchen zu in Form von spitzig konischen Erhebungen, die hinter dem Anus, wo sie mit den Börstchen untermischt sind, am dichtesten stehen; sie treten aber auch etwas vor demselben zerstreut auf und werden, obwohl selten, bei dem vorderen Ende des Körpers beobachtet. An den letztgenannten Theilen habe ich sie nur auf der einen Seite des Körpers, hinter der Analöffnung dagegen am öftesten rings um den Körper entwickelt gefunden.

Nahrungskanal. Wie bei *Aphelenchus parietinus* Bast. findet sich die *Mundöffnung* an einem abgerundet-kegelförmigen Theil in der Mitte zwischen den unten undeutlich getrennten *Lippen*. Diese sind nach hinten zu von dem queren Vorderende des Körpers deutlich abgesetzt und zeigen sich wie abgerundete lobi (vergl. die Abbildung BÜTSCHLI's von *Aph. parietinus* Taf. 3 fig. 66). *Pharynx* ist oval, von dem darauf folgenden Oesophagus deutlich getrennt, und in seiner Mitte findet sich ein feines stachelförmiges Organ, welches nach hinten zu an der Grenze des Oesophagus kugelförmig geschwollen scheint. An einigen Exemplaren konnte ich beobachten, dass die Spitze des Stachels ein wenig vor der Mundöffnung hervorragte. Der *Oesophagus* ist cylindrisch und zeigt wie der Pharynx einen feinkörnigen Beleg, welcher noch mehr die Wände des Darmkanals karakterisirt; dem zufolge ist die äussere Begrenzung des Oesophagus oft undeutlich und von dieser Substanz, welche den Raum zwischen dem Oesophagus und der Hautmuskelschicht einnimmt, schwer zu unterscheiden. Wo ich die Grenze wahrgenommen habe, beträgt die Breite des Oesophagus ungefähr die Hälfte der ganzen Körperbreite. Bisweilen finden sich dem Oesophagus aufliegend einige zackige oder unregelmässig geformte Körperchen, über deren Natur und Funktion ich doch nichts aussprechen darf. Ehe er in den Darm übergeht, bildet der Oesophagus einen ovalen, stark muskulösen Theil (= *bulbus*), an dessen Peripherie die radiäre Anordnung der Muskeln erkannt wird. Der Oesophagus wird in seiner ganzen Ausdehnung von einer centralen fadenförmigen Röhre durchgesetzt, welche noch zarter ist als das stachelförmige Organ des Pharynx und oft sehr geschlängelt; in der Mitte des Bulbus nimmt sie eine linsenförmige Erweiterung an. Alle jetzt besprochene Theile des Nahrungskanals von dem Munde aus bis zum Anfange des Darmes nehmen bei einem 2 mm. langen Exemplare nur $^1/_5$ der ganzen Körperlänge ein, und der Bulbus scheint dem hintersten Theil des Oesophagus zu entpsrechen. Diese Verhältnisse finden sich auch bei den übrigen Arten der Gattung und sind für dieselbe kennzeichnend zum Unterschiede von der nahe stehenden Gattung *Tylenchus* BAST., bei welcher eine Erweiterung des Oesophagus, in ihren Bau der obengenannten entsprechend, in der Mitte des Oesophagus sich findet, welcher ausserdem bei seinem Hinterende noch durch einen erweiterten Theil (obwohl von anderem Bau als jener) von dem Darme abgesetzt ist. Bei den meisten Arten der

Gattung *Tylenchus* ist dieser, hinter dem vorderen Bulbus gelegene Theil von derselben Länge als der vordere, und die ganze Länge des Nahrungskanals vor dem Darme ist im Verhältniss zu der Körperlänge etwas grösser als bei der Gattung *Aphelenchus.* Zufolge der ebengenannten Verhältnisse, betreffend die verschiedene Ausdehnung des Oesophagus bei den beiden Gattungen stellt BÜTSCHLI[1]) als wahrscheinlich auf, dass der Oesophagus bei der Gattung *Aphelenchus* nur der vorderen Hälfte dieses Organs bei *Tylenchus* entspricht, und bringt als Grund hierzu besonders die Aehnlichkeit zwischen dem vorderen Bulbus dieser Gattung und dem einzigen jener vor, sowie auch die Schmalheit und geringe Ausbildung des vorderen Darmendes bei jener Gattung Anlass gebe, sie als die Fortsetzung des Oesophagus zu betrachten. Bei der einzigen mir zugänglichen Art der Gattung *Aphelenchus* habe ich indessen gefunden, dass ein Darmkanal mit breitem Vorderende und am öftesten nach den Seiten zu deutlich abgegrenzt die unmittelbare Fortsetzung des Nahrungskanals hinter dem muskulösen Bulbus des Oesophagus ausmacht. Der *Darm*, in eigentlichem Sinne, ist in dem grössten Theile seines Verlaufs gleichweit und wird erst hinter der Mitte des Abstands zwischen Genitalöffnung und dem Anus schmäler und zeigt schliesslich einen mehr oder minder stark gekrümmten Enddarm. An Exemplaren, bei denen die Eier voll entwickelt und zahlreich gewesen sind, war der Darmkanal bei Seite gedrängt und zeigte einen mehr unregelmässigen, schlängelnden Verlauf; zufolge der körnigen Substanz, wovon er überlagert ist, ist es oft sehr schwer seinem Lauf zu folgen und seine Begrenzung zu beobachten.

Bei mehreren Weibchen, besonders solchen, bei denen die Generationsorgane nicht völlig ausgebildet waren, zeigten sich zwischen dem Anus und der Körpermitte eine grössere oder kleinere Anzahl von hellen, stark lichtbrechenden Kügelchen von verschiedener Grösse, die grössten den halben Diameter des Körpers messend. Bisweilen fanden sie sich oben auf dem embryogenen Blindende der Eierröhrchen oder auch über ihrem nächst bei dem Uterus gelegenen Theil. Dergleichen durchsichtige Kügelchen sind nach BASTIAN auch bei *Aphelenchus parietinus*, *Tylenchus Davainii* und einer *Plectus-*

---

[1]) Angef. St. Seite 45.

art und nach BÜTSCHLI bei allen freilebenden *Tylenchus*-arten vorhanden, wo sie nach ihm theils unter den Darmzellen theils in der Markmasse der Muskulatur und in der Höhlung des Schwanzes gemischt sind.

Nervensystem. Als hieher gehörig wäre wie bei nahe stehenden Arten zu rechnen ein schräg über den Oesophagus laufender Ring, über welchen ich doch kein Näheres mittheilen kann.[1])

Fortpflanzungsorgane. An zwei mm. langen Exemplaren war die äussere Genitalöffnung in einer Entfernung von 0,47 mm. von dem hinteren Körperende. Sie ist von zwei etwas aufgeschwollenen Lippen umgeben und führt in eine schräg nach hinten gerichtete Scheide (Vagina), welche trichterförmig in den Uterus sich öffnet. Dieser, sowohl nach vorn als nach hinten sich ausbreitend, macht den erweiterten kurzen, der Vagina am nächsten gelegenen Theil der zwei nach vorn und nach hinten sich erstreckenden Eierröhrchen aus. Das vordere dieser, welches an der linken Seite des Darmes liegt, streckt sich bis zu dem vordersten Theil desselben, wo es sich ganz umbiegt nach hinten und zu der rechten Seite des Darmes, längs welcher es sich ungefähr bis zum Anfange des Uterus ausbreitet. Dieser umgebogene Endtheil ist breiter als der übrige und etwas schmäler gegen das hintere abgerundete Ende. Sein Inhalt besteht aus dicht angehäuften Eierkernen mit ihren Kernchen, welche sich vorzüglich in dem hintersten Ende finden, nebst Eierzellen. Wie bei den nahe stehenden Arten kann dieser umgebogene Theil des Eierröhrchens vorzugsweise embryogen genannt werden, obwohl schon hier eine Bildung von vitellus und membrana vitellina Statt zu finden scheint. Die darauf folgende Abtheilung bis zum Uterus ist schmäler als die vorige und darf, wenigstens in der hinteren Hälfte, als Ovidukt bezeichnet werden. Die in diesem hinteren Theile vorhandenen Ovula zeigen sich in einer einfachen Reihe angeordnet, sind polygonal und durch ihre Lage dicht an einander geplattet. In dem Uterus, welcher grösseres Lumen zeigt als der vor ihm liegende Ovidukt, aber ganz kurz ist und gewöhnlich nicht bis zum Ende des umgebogenen eierbildenden

---

[1]) Einer- oder (selten) beiderseits von diesem habe ich von zwei koncentrischen Ringen begrenzte, bisweilen dunkel pigmentirte Bildungen wahrgenommen, die mit den Seh- und Gehörorganen mehrerer freilebenden Nematoden grosse Übereinstimmung zeigen.

Röhrchens sich streckt, habe ich einige wenige freie Eier gesehen, die hier die ovale Gestalt angenommen haben und einen dunklen granulirten Inhalt zeigen. Mit den Eiern zusammen wird bisweilen eine Menge kleiner gerundeter Spermatozoiden in diesem uterinen Theil wahrgenommen. Dem hinteren Körperende zu streckt sich von der inneren Mündung der Vagina ein Organ, welches in allen Einzelheiten mit dem oben beschriebenen Eierröhrchen stimmt, aber kürzer als dieses ist. Die Stelle, wo sein blinder Endtheil sich vorwärts umbiegt, findet sich in einer Entfernung von dem Anus, welche ungefähr einen Drittel des Abstandes zwischen dem Anus und der Genitalöffnung ausmacht.

Männchen. *Aeussere Karaktere.* Der Körper ist mehr gleichbreit als bei dem Weibchen, dem vorderen abgestumpften Ende zu sich wenig schmälernd, aber nach hinten schneller dünner werdend und in eine feine Spitze auslaufend. Bisweilen habe ich das Hinterende bei Exemplaren von 2 mm. Körperlänge bis auf 0,3 mm. Länge von der Spitze mit Börstchen und Papillen besetzt gefunden. Aehnliche Papillensind auch gegen die Mitte des Körpers, obgleich nur einseitig, wahrgenommen worden.

Nahrungskanal. Die durchsichtigen, stark lichtbrechenden Kügelchen, welche bei dem Weibchen beschrieben worden sind, finden sich auch bei dem Männchen, wo sie oft grösser und auf dem Nahrungskanal und den Generationsorganen in ihrer ganzen Ausdehnung verbreitet sind. Dem Oesophagus aufliegend habe ich bisweilen zwei—drei kleine unregelmässige, körnige Anhäufungen wahrgenommen.

Fortpflanzungsorgane. Im Gegensatz der zwei Eierrörchen des Weibchens ist das männliche Generationsorgan unpaarig. Es beginnt, gleichwie das vordere Röhrchen des Weibchens an der Umbiegung, ganz nahe bei dem Bulbus des Oesophagus und streckt sich über den Darmkanal bis nach der Analöffnung, wo es ausmündet. Sein Inhalt zeigt eine auffallende Aehnlichkeit mit demjenigen des umgebogenen Endes der Eierrörchen und besteht aus kleinen gerundeten, in mehreren Reihen neben einander liegenden Körperchen, und die entwickelten Spermatozoiden, wie sie in dem hinteren Theile des Organes vorkommen, sind, der äusseren Form nach, von den Eierzellen des Weibchens wenig verschieden, aber bleiben immer ganz klein und kugelförmig.

Das Kopulationsorgan besteht aus zweien Spicula oder Kalkstäbchen, welche ihre Lage im Enddarme ganz nahe bei der Analöffnung haben; sie sind langgestreckt, vorwärts gerichtet, mit ihrem Hinterende etwas dicker und gegen den Anus gekrümmt.

Die Drüse, welche bei den übrigen Arten der Gattung in dem Hohlraum des Schwanzes angetroffen worden ist, habe ich nicht deutlich wahrnehmen können, aber wohl ein feines spitziges Röhrchen am Körperende, dem bei den übrigen Arten daselbst vorhandenen gleich, welches die Mündung der genannten Drüse darstellt.

Grösse und Massangaben. Unter der Menge Exemplare von *Aphelenchus nivalis*, die ich in der verhältnissmässig geringen Algsammlung antraf, fanden sich Individuen von sehr wechselnder Grösse und Entwicklung. Die kleinsten von diesen, deren Generationsorgane noch unentwickelt waren, hatten keine oder ganz kleine Börstchen und Papillen auf dem hinteren Körperende und anderen Körpertheilen. Zufolge ihrer unbedeutlichen Körperlänge halte ich für wahrscheinlich, dass sie nur ganz kurze Zeit im Freien gelebt, nachdem sie den Uterus des Mutterthieres verlassen hatten. Was die Grösse der voll entwickelten Individuen betrifft, fand ich das Männchen im Allgemeinen kleiner als das Weibchen und theile hier einige Massangaben beider mit:

	Weibchen.	*Männchen.*
Länge des Körpers	2 mm.	1,47 mm.
Breite » »	0,1 »	0,07 »
Abstand von dem vorderen Körperende zu dem hinteren Rand des Bulbus Oesophagi	0,4 »	0,27 »
Abstand von dem hinteren Körperende zu der Genitalöffnung	0,47 »	—
Abstand von dem hinteren Körperende zum Anus	0,12 »	0,09 »

Bei vergleichenden Massbestimmungen von nicht entwickelten Exemplaren fand ich die Verschiedenheit ihrer Grösse und derjenigen der Entwickelten hauptsächlich beruhen auf einer geringeren Ausdehnung bei den vorigen des zwischen dem Bulbus Oesophagi und Anus gelegenen Körpertheils, also des Theils, wo die Generationsorgane sich entwickeln. Was die übrigen Abstände betrifft, nämlich auf der einen Seite zwischen dem vorderen Körperende und dem Bulbus Oesophagi und auf der anderen Seite zwischen dem Anus und dem hinteren Körperende, waren diese bei älteren und jüngeren Individuen verhältnissmässig unbedeutlichen Schwankungen unterworfen. Wie aus den angeführten Massen hervorgeht, beruht auch bei entwickelten Individuen die Verschiedenheit der Länge des Männchens und Weibchens vorzugsweise auf einer grösseren Ausdehnung des erstgenannten Abstandes beim Weibchen.

Fundort. Über das Vorkommen des *Aphelenchus nivalis* ist oben angedeutet, dass die Alge, worunten er gefunden ward, auf dem Schnee bei Alkhornet 100 metr. über dem Meere in der Nähe Safehaven's (78° 12' nördl. Breite) an der Westküste Mittelspitzbergens gesammelt wurde.

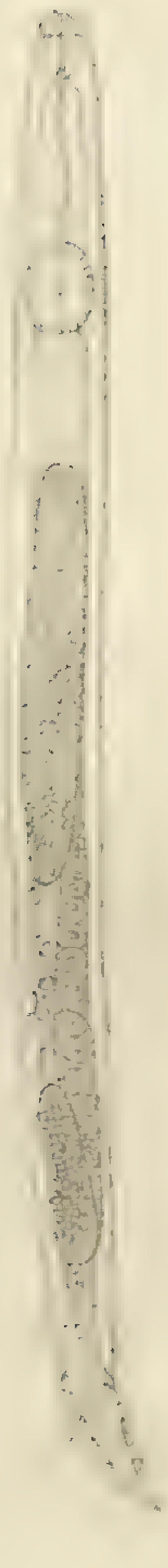
Erklärung der Tafel.

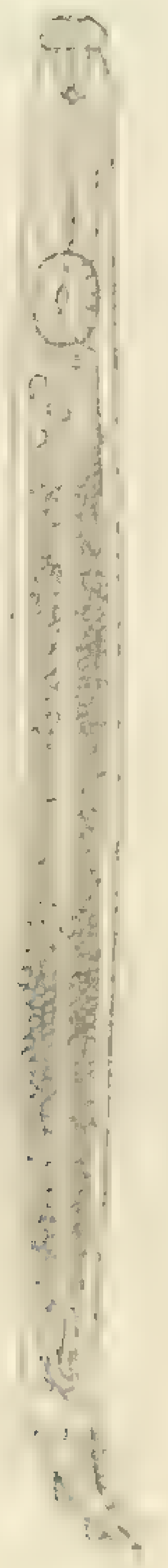
Fig. 1. Weibchen, mit entwickelten Generationsorganen, deren umgebogene embryogene Blindenden dem Darme aufliegen.

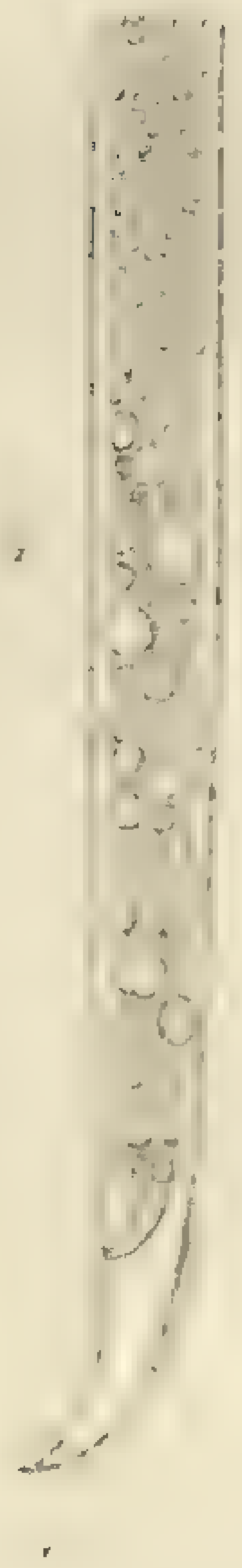
Fig. 2. Männchen, ausgewachsenes.

Fig. 3. D:o D:o : der Vorderkörper vergrössert.

Fig. 4. Weibchen: die linke Seite des Hinterkörpers mit zahlreichen grösseren und kleineren, lichtbrechenden Kügelchen auf dem Darme.







Lith. W. Schlachter, Stockholm

BIHANG TILL K. SVENSKA VET.-AKAD. HANDLINGAR. Band. 8. N:o 12.

8 12-17

BEMERKUNGEN
ÜBER DIE VON
DER SCHWEDISCHEN EXPEDITION NACH SPITZBERGEN 1882
GESAMMELTEN
JURA- UND TRIAS-FOSSILIEN

VON

BERNHARD LUNDGREN.

MIT ZWEI TAFELN.

(DER K. SCHWED. AKAD. D. WISSENSCH. MITGETHEILT D. 6 JUNI 1883.)

STOCKHOLM, 1883.
KONGL. BOKTRYCKERIET.
P. A. NORSTEDT & SÖNER.

Unter den von der schwedischen geologischen Expedition nach Spitzbergen 1882 (Dr. A. G. NATHORST und Freiherr G. DE GEER) mitgebrachten Sammlungen sind diejenigen, welche sich auf thierische Reste aus dem Jura und Trias beziehen, mir zur Bearbeitung anvertraut worden. Durch dieselben dürfte unsere Kenntniss von der Fauna dieser Systeme auf Spitzbergen nicht unbedeutend bereichert werden. Am zweckmässigsten scheint es mir zuerst die verschiedenen Gesteine zu beschreiben um dann zu den darin gefundenen Fossilien überzugehen. Fundstelle und übrige stratigraphische Bemerkungen hat Dr. NATHORST gütigst mitgetheilt.

N:o 1. »Ein Stück mit einer Muschel, längst W. von der Festung». Das Gestein ist ein grauer, kalkhaltiger äusserst feinkörniger Sandstein oder fast ein harter, sandiger Schiefer. Nur ein Stück ist gefunden und die Muschel ist Lucina cf lyrata ROUILLER (Taf. 2, Fig. 11).

N:o 2. »W. von der Festung». Schwarzer kalkfreier Schiefer, worin sich ziemlich häufig kleine silberglänzende Schüppchen weisses Glimmers eingestreut sind. Die Fossilien sind häufig, aber alle mehr oder weniger verdrückt und zerquetscht. Ein vollkommen ähnliches Gestein scheint von früheren Expeditionen nicht als fossilführend gefunden worden zu sein. Offenbar entspricht dieser Schiefer dem schwarzen Schiefer bei 1 (NORDENSKIÖLD: Utkast till Isfjordens och Belsounds Geologi. Fig. 10; Geol. Föreningens Förhandlingar, Band 2, sid. 311), wovon jedoch Fossilien nicht angegeben werden. Am meisten ähnlich ist ein schwarzer Schiefer von Sassen Bay, aus welchem LINDSTRÖM[1] Ammonites triplicatus und Aucella mosquensis anführt. Dieser Schiefer von Sassen Bay ist doch etwas grobkörniger und heller; die Glimmerschüppchen sind weit seltener, wogegen derselbe ziemlich viel Gips enthält. An der Ostküste Spitzbergens an Dunérs Bay scheint nach VON HEUGLIN ein ziemlich ähnliches Gestein vorzukommen[2]; die Fossilien sind jedoch verschieden. Von Dunérs Bay werden Ammonites triplicatus, A. cordatus, A. Linneanus, Aucella mosquensis, Inoceramus dubius, Astarte depressa, Terebratula triplicosa angeführt[3], während der Schiefer, W. von der Festung, Ammonites Nathorsti n. sp. Belemnites sp., Pecten spitzbergensis, Pecten sp., Goniomya sp., Astarte sp., Lima? sp., Aucella spitzbergensis, A. reticulata, A. radiata enthält.

N:o 3. »Die Festung». Graubrauner, schiefriger, kalkfreier Sandstein mit Pflanzenfossilien sammt Unio sp. und Lioplax polaris.

N:o 4. »Ö. von der Festung». Feinkörniger, kalkhaltiger Sandstein nebst Thoneisenstein; in diesem sind Schwefelkiesklümpchen von der Grösse einer Wallnuss und Stücken von bläulichem Quarz von Erbsengrösse und mehr und von sehr unregelmässiger Form eingebettet. Ammonites sp. Dentalium Lindströmi n. sp., Nucula sp., Leda sp., Astarte sp.

N:o 5. »Green Harbour». Sehr feinkörniger, graugrüner, kalkfreier Sandstein mit Dentalium nodulosum n. sp. etc.

N:o 6. »S. vom Gletscher, n. o. von Safe Haven». Gräulicher, etwas kalkhaltiger Thoneisenstein mit rostfarbiger Verwitterungsrinde und Dentalium Lindströmi n. sp., Nucula sp., Leda De Geeri n. sp.

N:o 7. »Östliche Seite von Advent Bay». Graugelber, feinkörniger, kalkhaltiger Sandstein mit Leda nuda und Aucella mosquensis.

N:o 8. »Westliche Seite von Advent Bay» Grauer Thoneisenstein mit Leda De Geeri n. sp. Mytilus? sp.

N:o 9. »Östliche Seite von Advent Bay, niedergefallene Stücke». Graugelber, feinkörniger kalkhaltiger Sandstein mit Pecten demissus, P. sp.

N:o 10. »Östliche Seite von Advent Bay». Schwarzgrauer Thoneisenstein mit Lima cf. duplicata.

N:o 11. »Geschiebe; Advent Bay». Graubrauner, feinkörniger Sandstein, mit keinem der in Situ genommenen Gesteinen übereinstimmend; Cardium sp.

N:o 12. »Geschiebe, Verwerfungsthal, Belsound». Sandstein mit Fossilien, deren Schalen grossentheils erhalten sind und die so zahlreich vorkommen, dass das Gestein fast eine

Lumachelle wird. Natica sp, Inoceramus? revelatus Keys; Pecten sp.

N:o 13. »Sauriehook, oder näher bestimmt Tschermaksberg». Hievon liegen zwei etwas verschiedene Varietäten vor: a) ein unreiner, grauschwarzer, ziemlich dünngeschichteter Kalkstein mit Monotis sp., Halobia Zitteli Lindstr., Spirifer sp., Rhynchonella sp.; b) ein gelblichgrauer mehr sandiger und weniger dünngeschichteter Kalkstein mit Pecten Öbergi, Lima spitzbergensis, Lingula polaris. Da aber hierin auch Halobia und Spirifer, wenn auch spärlich, vorkommen, liegt kein Grund vor diese beiden Varietäten als verschiedenen Zonen angehörig zu betrachten, um so weniger als NATHORST angiebt, dass sie an demselben Punkte und fast in demselben Niveau gesammelt wurden.

N:o 14. »Eine einzige Muschel von der Spitze u. vom Gletscher, n. von Safe Haven». Feinkörniger, graubrauner, schiefriger Sandstein. Die Muschel ist unbestimmbar, scheint doch eine Leda zu sein.

Von den oben beschriebenen Gesteinen sind 1—5 Theile eines zusammenhängenden Profiles, wovon NORDENSKIÖLD eine Abbildung und Beschreibung giebt[4]. Das Alter der Schichten ist wie die Ziffern; die am meisten westlich, an der Mündung des Fjords, gelegenen sind die ältesten, die jüngsten liegen gegen O., an Green Harbour.

N:o 1. gehört wohl dem Jurasystem an; so auch N:o 2. Die Aucellen weisen es seinen Platz in dem borealen Jura an und auch die Arten, die ich nicht mit schon bekannten identificiren kann, haben doch nahestehende Representanten in dem Moskauer Jura, so Amaltheus Nathorsti, Goniomya etc.; und für die Zuhörigkeit zum Moskauer Jura spricht entschieden die Aucella radiata. N:o 3 ist eine Süsswasserbildung, wovon vorher nur Pflanzenreste bekannt waren, die von HEER zum Kreidesystem gerechnet sind[5]. Nach dem Mittheilungen NATHORSTS gehören sie jedoch dem Jura. Die Mollusken stimmen mit keinen beschriebenen überein und können darum keine Stütze für die Altersbestimmung geben, wogegen diese Süsswasserbildung wirklich zum Jura gerechnet werden muss, weil sie von *N:o 4* überlagert wird und dieses als Jura angesehen werden muss. Das darin gefundene Dentalium Lindströmi ist nämlich von früheren schwedischen Expeditionen zusammen mit Leda nuda KEYS. und anderen unzweifelhaften Juraformen gefunden. Von gleichem Alter wie *N:o 4* ist auch *N:o 6* an der nördlichen Seite des Eisfjords. In der Nähe ist auch N:o 14 gefunden; das hierin vorkommende Muschelfragment ist jedoch nicht bestimmbar. *N:o 7* mit Aucella mosquensis etc. gehört dem Jura so wie auch *N:o 9* mit Pecten demissus und *N:o 10* mit Lima cf duplicata; dasselbe dürfte wohl auch für N:o 8 gelten, obschon die hierin gefundenen Fossilien nicht bestimmbar sind. Auch *N:o 5* gehört wohl zum Jura; die hierin gefundenen Fossilien lassen sich wenigstens keineswegs mit den von MAYER citirten[6] vergleichen. *N:o 12* gehört durch Inoceramus revelatus Keys. zum borealen Jura. Es ist nur als Geschiebe gefunden und anstehender Jura ist hievon nicht vorher bekannt. *N:o 11* ist auch ein Geschiebe, dessen Alter nicht ermittelt werden kann.

N:o 13 gehört dem Trias und ist nach NATHORST in einem höheren Niveau gefunden als die von ÖBERG beschriebenen[7] Triasfossilien; auf Verschiedenheit des Niveaus deutet auch die Verschiedenheit der Fossilien; fast nur Halobia Zitteli ist gemeinsam.

Herrn Professor G. LINDSTRÖM, der mich sowohl durch Ueberlassung von den von früheren Expeditionen gesammelten Fossilien aus Spitzbergen und anderen Formen, die für meine Arbeit nöthig waren, als durch literarische Hülfsmittel unterstützte, erlaube ich mir hiemit meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

BESCHREIBUNG DER ARTEN.

I. Jura.

Ammonites (Amaltheus) Nathorsti n. sp.

Taf. 1, Fig. 1, 2.

Von dieser Art liegen mehr als 30, mehr oder wenig vollständige Exemplare vor, die doch alle plattgedrückt und etwas verschoben sind. Gehäuse stark comprimirt; Umgänge 4. Die Seiten sind mit zahlreichen, schwach gebogenen, theils einfachen, theils gespaltenen Rippen versehen. Die Rippen tragen keine Stacheln oder Knoten, wenn auch einige Stellen besonders an der Externseite etwas mehr hervorstehend sind. In der Nähe der Mündung werden die Rippen spärlicher und schwächer und mit zunehmendem Alter verschwinden sie an dem äussersten Theil fast ganz. An der Externseite sind sie vorwärts gebogen und hören auf, ehe sie den Kiel treffen, so dass der Kiel an beiden Seiten von einem glatten Raum eingefasst ist. Der Kiel, oft vor der Mündung weit hervorragend, ist durch sehr zahlreiche feine Einkerbungen gezähnt. Die Zähne sind zahlreicher als die Rippen und entsprechen denselben auch nicht. Nahtlinie nicht zu beobachten. Durchmesser 34—67 mm.; Fragmente von noch grösseren Exemplaren liegen auch vor.

Aus der gegebenen Beschreibung ist ersichtlich, dass diese Art ein Amaltheus ist (abgesehen von der nicht zu beobachtenden Nahtlinie), der zwar dem A. margaritatus durch den Kiel und dessen von den Seitenrippen unabhängige Zähnelung gleicht, von dieser Art jedoch durch die oft gegabelten immer stachel- und knotenlosen Rippen hinreichend abweicht. Offenbar gehört die Art in die Gruppe von A. cordatus. A. cordatus Sow. (Min. Conch., vol. 1, p. 51, t. 17. f. 2, 4. d'ORBIGNY: Pal. franç. Terrains Jurassiques. T. 1, s. 514, t. 193, 194; d'ORBIGNY, in MURCHISON, VERNEUIL, KEYSERLING: Russia in Europe and the Ural Mountains, vol. 2, s. 432, t. 34, f. 1—5) hat jedoch den Kiel mit eben so vielen Zähnen versehen als die Seiten Rippen haben; die Rippen haben ihren höchsten Theil, oft fast einen Stachel, in der Mitte unter der Gabelung; die Rippen unserer Form haben ihren höchsten Theil eben an der Externseite; bei A. cordatus fangen die Rippen an sich zu verwischen an der Externseite, bei A. Nathorsti am Interntheile. A. tenuicostatus NIKITIN (Juraablagerungen zwischen Rybinsk etc. p. 57, t. 2, f. 19 Mémoires de l'Acad. Imp. de S:t Petersbourg, 7:e série, t. 28, 1881) hat feinere gruppenweise geordnete Rippen, die den Zähnen des Kiels entsprechen oder vielleicht ein wenig zahlreicher sind. A. Lamberti (Min. Conch. T. 3, p. 73, t. 242, f. 1—3) ist durch den Mangel eines Kieles leicht zu unterscheiden. A. alternans v. BUCH (A. subcordatus d'Orb. Russia etc., T. 2, p. 434, t. 34, f. 6; A. alternans DE LORIOL: Monographie paléontologique des couches de la zone à A. tenuilobatus de Baden p. 20, t. 1, f. 17, 18. Mém. de la Société paléontologique Suisse, vol. 3.) stimmt mit der

Spitzbergsform darin überein, dass die Zähne des Kiels zahlreicher sind als die Rippen, ist aber von so constant geringerer Grösse, dass diese beiden Formen kaum derselben Art angehören können. A. alternoides (NIKITIN: Bulletin de la Société Impér. des Naturalistes de Moscou T. 53. 1878, p. 147, T. 1, f. 14) ist unserer Art sehr ähnlich, hat aber die Rippen stärker vorwärts gekrümmt; auch scheinen sie sich direct zum Kiele zu verlängern, so dass kein glattes Stück beiderseits des Kiels läuft. A. serratus SOW. (Min. Conch. t. 1, s. 65. t. 24, DAMON: Supplement to the Geology of Weymouth and the Isle of Portland, 1880, t. 15, f. 5) stimmt sowohl durch die Form des Kiels und dessen Verhältniss zu den Rippen als auch durch seine Grösse; die Rippen scheinen doch fast alle einfach, ihr höchster Theil liegt der Internseite am nächsten, auch sind sie an der Externseite nicht so stark vorwärts gebogen. A. cordiformis (MEEK and HAYDEN: Palaeontology of the Upper Missouri, p. 122, t. 5, f. 2 Smithsonian Contributions, t. 14) hat keinen ausgeprägten Kiel.

Durch mehrere wichtige Charaktere unterscheidet sich diese Form von den übrigen mir zugänglichen Arten und scheint somit verdienen als eine neue Form aus der Gruppe von A. cordatus bezeichnet zu werden. In dem schwarzen bituminösen Schiefer (*N:o 2*) westlich von der Festung, ziemlich häufig und die bezeichnendste Art dieses Gesteins.

Ammonites sp.

Mehrere Fragmente einer Ammonitenart von ziemlich bedeutenden Dimensionen (die grösste Windung ist von 45 mm. Durchmesser) liegen vor, jedoch sind sie zu unvollständig um bestimmt werden zu können. Wenig involut, Zahl der Umgänge unbekannt, die Seiten mit einfachen Rippen ohne Stacheln oder Knoten. Die Nahtlinie ist stark verzweigt, kann aber nicht vollständig beobachtet werden; erster Seitenlobus und erster Seitensattel einfach, zweiter Seitenlobus zweigetheilt, zweiter Seitensattel sehr hervortretend, tief dreigetheilt. Die Kammern sind klein, so dass die Nahtlinien naheliegender Kammer sich oft berühren.

Im Gestein *N:o 4.*

Belemnites sp.

Ein unvollständiges Exemplar dieser Gattung, wahrscheinlich der Gruppe Acuarii angehörig. Die Spitze ist verloren gegangen, die Alveole gegen die Spitze etwas schief gestellt. Specifisch nicht bestimmbar.

Im Gestein *N:o 2.*

Lioplax polaris n. sp.

Taf. 1, Fig. 10—12.

Ziemlich langgestreckt mit 5 schwach convexen Umgängen; die Naht nicht scharf ausgeprägt; zahlreiche, feine, erhabene Längsstreifen, die in der Mitte der Windung etwas gröber und mehr hervortretend sind, von schwächeren transversalen gekreuzt; auf der letzten Windung einige der transversalen Streifen mehr hervortretend. Wo sich die longitudinalen und transversalen Streifen kreuzen, entsteht ein kleiner Knoten. Die Nabel bedeckt, Mündung gerundet, durch die letzte Windung eingebuchtet. Ungefähr 30 Exemplare, die jedoch alle mehr oder weniger unvollständig und verdrückt sind. Lioplacodes veternus MEEK and HAYDEN (l. c., p. 116), hat mehr gerundete, durch schärfere Naht getrennte Windungen; mehr rundliche Mündung, worin die letzte Windung nicht so weit hineingreift. Lioplax elongata SOW. sp. (Paludina elongata Min. Conch. T. 6, p. 11, t. 509, f. 1—2; DUNKER: Monographie der Norddeutschen Wealdenbildung, p. 54, t. 10, f. 9; SANDBERGER: Land und Süsswasserconchylien der Vorwelt, p. 61, t. 2, f. 16) hat auch durch eine schärfere Naht getrennte, mehr convexe Windungen.

Da diese Form mit keiner vorher beschriebenen übereinstimmt, muss sie als neu betrachtet werden; im Gestein *N:o 3* ziemlich häufig.

Natica sp.

Eine wahrscheinlich dieser Gattung angehörige Form kommt in *N:o 12* (Geschiebe aus dem Verwerfungsthal, Bel-Sound) mit Inoceramus? revelatus vor; nicht näher bestimmbar.

Dentalium Lindströmi n. sp.

Taf. 2, fig. 1, 2, 6.

Ganz vollständige Exemplare kommen nicht sicher vor; die kleineren sind mehr gerade, die grösseren mehr gekrümmt; Länge 12—27 ja bis 36 mm.; Breite 2—3 mm. Die Schale regelmässig gegen die hintere Ende verschmälert, glänzend, fast glatt, mit sehr schwach hervortretenden, etwas schiefen, transversalen Streifen versehen, ohne longitudinalen Streifen; der Steinkern ist vollkommen glatt.

Diese Art ist schon früher von LINDSTRÖM als auf Spitzbergen vorkommend beschrieben worden[8] und von ihm mit D. Moreanum d'ORB. (Russia etc. t. 2, p. 454, t. 38, f. 10) verglichen. D. Moreanum scheint jedoch so constant grösser als die Spitzbergsform zu sein, dass sie nicht zu derselben Art gehören können. D. subanceps TRAUTSCHOLD (Bull. de Moscou, t. 33, 1860, p. 350, t. 8, f. 15, 16), von welcher Art ich Exemplare sowohl von Moskwa als von Novaja Semlja habe vergleichen können, ist ebenfalls bedeutend gröber und dickschaliger. Die transversalen Streifen sind auch weit mehr hervortretend. Da die Spitzbergsform mit keiner anderen mir zugänglichen identificirt werden kann, muss ich sie als neu aufführen, obschon ich mir die Schwierigkeit der Unterscheidung solcher Formen sehr wohl bewusst bin und ganz mit TERQUEM übereinstimme, wenn er sagt: »Il est difficile d'indiquer un caractère spécifique pour des coquilles dont la forme présente si peu de variation» (Pal. de Héttange).

Sowohl in *N:o 4* als in *N:o 6*; in ersterem Gestein ist die Schale fast immer mit der Aussenseite im Gestein begraben und nur die Steinkerne und die Durchschnitte der Schale sind sichtbar. D. Lindströmi kommt auch nach älteren Sammlungen mit Leda nuda wahrscheinlich von Advent Bay vor.

Dentalium nodulosum n. sp.

Taf. 2, f. 7—9.

Kleinere Exemplare fast gerade, grössere stärker gekrümmt; die Schale ist sehr dick, nicht allmählich an Grösse zunehmend, sondern mit mehr oder weniger regelmässigen Einschnürungen und Ausbuchtungen versehen; grobe concentrische Streifen. Es ist zweifelhaft ob diese Art wirklich ein ächtes Dentalium ist.

Im Gestein *N:o 5* von Green Harbour. Von demselben Lokale führt HEER[9] D. incrassatum SOW. (Min. Conch. t. 1, p. 180, t. 79, f. 3, 4) an. Die jetzt beschriebene Form gehört entschieden nicht dieser Art an, so wie auch dieses Gestein nicht der von MAYER bezeichnete Sandstein sein kann. Zwar kommen auch in *N:o 5* nebst anderen unbestimmbaren Fossilien auch Fragmente eines Pecten vor; obschon sie nicht zu bestimmen sind, können sie doch P. Hofmanni Goldf. (Petrefacta Germaniæ, t. 96, f. 4) nicht angehören.

Goniomya sp.

Taf. 1, f. 4.

Da nur ein Exemplar, und auch dieses nicht ganz vollständig, vorliegt, das in mehreren Beziehungen von den Arten, mit welchen ich es habe vergleichen können, abweicht, habe ich nicht gewagt dasselbe mit einer bekannten Art zu identificiren, und ebensowenig es als neue Art zu beschreiben. Jedenfalls kommt es G. litterata SOW. am nächsten und dürfte möglicherweise dieser Art angehören (SOWERBY: Min. Conch. t. 3, p. 45, t. 224, f. 1; AGASSIZ: Études critiques sur les Mollusques fossiles; Monographie des Myes, p. 18, t. 1 b, f. 13—16; DAMON: l. c., t. 6, f. 6). Die Wirbel scheinen doch etwas mehr median und hervortretend zu sein, die ganze Muschel etwas breiter, besonders vorne. G. angulifera (Min. Conch., t. 3, p. 46, t. 224, f. 6, 7) hat rückwärts gebogene, V-förmige Rippen. G. elegantula TULLBERG (Ueber Versteinerungen aus den Aucellen-Schichten Novaja Semljas, p. 12, t. 1, f. 6—8) hat die gebogenen Rippen durch eine viel breitere Querrippe abgestumpft.

Im Gestein *N:o 2.*

Cardium sp.

Der Eindrück eines mit gegen 30 feinen, radiirenden Rippen versehenen Exemplares gehört wahrscheinlich dieser Gattung an, kann aber nicht näher bestimmt werden; ist jedenfalls nicht C. concinnum v. BUCH.

Im Gestein N:o 11, Geschiebe, Advent Bay.

Lucina cf. lyrata ROUILLER.

Taf. 2, f. 11.

Unser Exemplar (ein Steinkern) stimmt ganz mit Exemplaren, die mir unter diesem Namen von Charaschowo aus dem Moskauer Jura vorliegen. Eine sehr ähnliche Form ist auch L. zonaria QUENSTEDT (Der Jura, p. 507, t. 68, f. 3); PHILLIPS L. lyrata (Geology of Yorkshire, t. 6, f. 11) ist sehr verschieden.

Gestein *N:o 1*, längst westlich von der Festung.

Astarte sp.

Der Eindruck der Aussenseite der Schale einer unbestimmbaren Art dieser Gattung von 7 mm. Durchmesser kommt in *N:o 2* vor.

Astarte sp.

Ein wahrscheinlich dieser Gattung angehöriges, aber nicht näher bestimmbares Exemplar kommt in N:o 4 vor.

Unio sp.

Taf. 1, f. 9.

Nur ein dieser Gattung angehöriges Exemplar liegt vor. Es ist theilweise mit erhaltener Schale, theilweise nur Steinkern; jedenfalls ist dasselbe nicht hinreichend gut erhalten um specifisch bestimmt werden zu können. Es ist dem U. subsinuatus aus dem Wealden Norddeutschlands (KOCH und DUNKER: Beiträge zur Kenntniss des norddeutschen Oolithgebirges, p. 58. t. 7, f. 2; DUNKER: l. c., p. 26, t. 11, f. 4, 5) sehr ähnlich, kann aber nicht mit dieser Art identificirt, aber auch nicht als neu beschrieben werden.

Gestein *N:o 3* mit Lioplax polaris und Landpflanzen.

Leda nuda KEYSERLING sp. (non Phillips).

Nucula nuda KEYSERLING: Wissenschaftliche Beobachtungen auf einer Reise in das Petschora Land, p. 307, t. 17, f. 7—9.
Leda nuda LINDSTRÖM: l. c., p. 12, t. 2, f. 16.

Von dieser Art kommt ein Exemplar in *N:o 7* (östliche Seite von Advent Bay) vor; von derselben Localität schon früher von LINDSTRÖM angeführt, der hervorgehoben hat, dass die von PHILLIPS abgebildete N. nuda (l. c. t. 5, f. 5) von dieser Form verschieden sein muss.

Leda De Geeri n. sp.

Taf. 2, f. 3, 4.

Eine kleine, eirunde Form von ungefähr 6 mm. Länge und 4 mm. Höhe; ziemlich bauchig. Die Wirbel antemedian, etwas hervorstehend; Vorderseite gerundet, Hinterseite mit einem stumpfen Winkel, hinter den Wirbeln ausgeschweift. Die Schale mit sehr feinen, concentrischen Streifen versehen.

Weicht von L. nuda durch weit mehr gedrängte Form ab. L. Zieteni von Novaja Semlja (TULLBERG: l. c., p. 17) ist hinten weit schmäler und spitziger. Nucula palmæ Sow. von Charaschowo ist dünner und langgestreckter; die Wirbel nicht so hervortretend. Die Mehrzahl der Ledaarten weichen durch spitzigere Hinterseite ab und kann diese Form mit keiner anderen identificirt werden.

Kommt ziemlich häufig in *N:o 6* mit Dentalium Lindströmi so wie auch in *N:o 8* vor.

Leda sp.

Taf. 2, f. 5.

Ein ganz gut erhaltener Eindruck einer linken Schale weicht von Leda nuda durch breiteren Hintertheil und mehr vorwärts gerückte Wirbel ab; nicht specifisch bestimmbar.

Gestein *N:o 4.*

Leda? sp.

Ein kleines, sehr schlecht erhaltenes Exemplar, das zwar möglicherweise eine kleine Form von L. nuda ist, lässt sich nicht bestimmen.

N:o 14 von der Spitze, n. vom Gletscher, n. von Safe Haven.

Nucula sp.

Einige sehr schlecht erhaltene Exemplare kommen in der allgemeiner Form Nucula Hammeri nahe; sind aber nicht specifisch zu bestimmen.

Sowohl in *N:o 4* als in *N:o 6;* vielleicht auch in *N:o 8.*

Mytilus? sp.

Ein wahrscheinlich dieser Gattung angehöriges, aber nicht näher zu bestimmendes Exemplar aus *N:o 8*.

Inoceramus? revelatus Keys. sp.

Posidonia revelata Keyserling l. c., p. 302, t. 14, f. 12—15.
Inoceramus? revelatus Lindström l. c., s. 13, t. 2, f. 17.

Ein mit der schon vorher von Lindström unter diesem Namen aus Spitzbergen (Rysstugan, Isfjorden) beschriebenen Art vollkommen übereinstimmendes Exemplar. Es ist eine linke Schale, die theilweise vom Gestein bedeckt und nicht auszuarbeiten ist; näheres über die Structur und generische Stellung nicht zu ermitteln.

Gestein *N:o 12.* Geschiebe aus dem Verwerfungsthal, Belsound.

Aucella.

Die Exemplare, die ich dieser Gattung zurechne, zeigen zwar nicht deutlich die Gattungscharactere der Aucella; sie sind nämlich grösstentheils so stark verdrückt, dass weder die Ohren, noch der Wirbel noch der Schlossrand deutlich zu beobachten sind. Theils stimmen sie aber so gut mit schon beschriebenen Aucellaarten überein, theils ist ihr allgemeiner Habitus dem der Aucella so ähnlich, dass ich nicht bezweifle, dass auch diese Formen zu Aucella gehören. Die zu beschreibenden Exemplare vertheile ich auf 4 Arten, wovon 2 vorher bekannt sind, während die 2 anderen neu zu sein scheinen.

Aucella mosquensis Fischer.

Lindström l. c., p. 14, t. 2, f. 18; t. 3, f. 3—4.

Einige zwar nicht besonders gut erhaltene Exemplare stimmen so vollständig mit Taf. 2, Fig. 8 bei Lindström überein, dass ich keinen Anstand nehme, sie mit dieser Art zu identificiren.

Mit Leda nuda im Gestein *N:o 7.* Östliche Seite von Advent Bay.

Aucella radiata TRAUTSCHOLD.

Taf. 1, f. 8.

A. radiata TRAUTSCHOLD: Recherches géologiques aux environs de Moscou: Couche jurassique de Galiowa p. 343, t. 6, f. 7, 8. Bull. de Moscou t. 33; 1860.

Durch die allgemeine Form, die dichtstehenden, radiirenden Rippen, die von wenigen, mit grossem Zwischenraum auftretenden, concentrischen Streifen gekreuzt werden, stimmt diese Form mit A. radiata TRAUTS. (besonders Fig. 7 c in natürlicher Grösse). Mir vorliegende Exemplare von Golgowa sind kleiner und rundlicher; ihre Radialrippen sind fast gleich, während die Spitzbergsform ebenso wie TRAUTSCHOLDS Figuren unregelmässige etwas gröbere und feinere haben. Die Sculptur der Schale ist dieselbe, an jeder concentrischen Streifen ist die Schale wie abgesenkt, so dass die verschiedenen Theile sich dachziegelförmig bedecken.

Im Gestein *N:o 2*, W. von der Festung mit den zwei folgenden Arten.

Aucella Spitzbergensis n. sp.

Taf. 1, f. 5.

Das abgebildete Exemplar stellt die linke Schale dar, die geplattet und etwas schiefgedrückt worden und deren Wirbel vom Gestein bedeckt ist. Ganz ähnlich verhalten sich noch eine linke Schale und eine rechte, die in Form und Sculptur mit der abgebildeten übereinstimmen.

Die Wirbel sind undeutlich, der Schlossrand gerade; Unterrand regelmässig gebogen, Hinterrand verschmälert mit gerundeter Spitze. Die Schale ist dünn mit zahlreichen, concentrischen Falten oder Runzeln, die auch auf dem Steinkern deutlich zu sehen sind, und weniger hervortretenden Radialrippen, die, wo sie die Querfalten kreuzen, kleine Knoten bilden, so dass die Runzeln fast wie eine Perlenschnur aussehen. Auch am Steinkern, besonders auf dem hinteren Theil, können diese Radialrippen beobachtet werden.

Eine Art, der die eben beschriebene Form nahe steht, ist Aucella Erringtoni GABB. (MEEK in Geology of California, t. 1, p. 479, t. 1, f. 1—3, 5). Bei der californischen Art sind die beiden Schalen mehr verschieden, und die Radialrippen sind am deutlichsten sichtbar am Vorderrand, was wohl genügt, um beide Arten zu unterscheiden. In *N:o 2.*

Aucella reticulata n. sp.

Taf. 1, f. 6, 7.

Kleiner als die vorhergehende Art; Hinterrand breiter, die Schale netzförmig sculptirt durch zahlreiche, scharfe, erhabene, concentrische Rippen und ebensolche Radialrippen, die jedoch am Kreuzungspunkte keinen Knoten bilden. Am Steinkern sind beide zu beobachten. Die Exemplare sind zerdrückt und weder Wirbel noch Ohren können beobachtet werden.

A. reticulata ist der A. Pallasi (Keyserling: l. c., p. 299, t. 6, f. 1—7) ähnlich; eine solche netzförmige Sculptur wird jedoch vom Grafen Keyserling nicht erwähnt, auch ist eine solche auf Exemplaren von Mniowniki, die ich durch die Güte des Herrn Professor Lindström habe vergleichen können, nicht zu beobachten.

Mit den zwei vorigen Arten in *N:o 2.*

Pecten demissus Bean.

Taf. 2, f. 12.

Pecten demissus Phillips: l. c., t. 6, f. 5.
» » Goldfuss: l. c., t. 2. s. 70, t. 99, f. 2. (1863).
» » Quenstedt: l. c., s. 353, t. 48, f. 6, 7.
» » Lindström: l. c., s. 14, t. 3, f. 9, 10.
» » Tullberg: l. c., s. 24.

Ein schiefgedrücktes, unvollständiges Exemplar zeigt so deutlich einige der Characteren, die P. demissus Bean bezeichnen, dass es sicher dieser Art angehört. Es ist der Eindruck der Oberfläche der Schale; die Ohren bilden mit ihrer Oberkante einen stumpfen Winkel; vorderes Ohr mit kleinem Byssusausschnitt; concentrische Streifen zieren die Schale.

Gestein *N:o 9.* Niedergefallenes Stück, östliche Seite von Advent Bay. Diese Art ist früher von mehreren Localitäten Spitzbergens von Lindström angeführt.

Pecten spitzbergensis n. sp.

Taf. 1, f. 3.

Zwar liegt nur ein Exemplar vor, das sich aber so deutlich von allen anderen Arten unterscheidet, dass es sicher als eine neue Form zu bezeichnen ist. Das Exemplar ist frei vom Gestein, aber nicht ganz vollständig und etwas verdrückt. Die Schale ist sehr dünn, mit schwach ausgeprägten, concentrischen Falten und zahlreichen, feinen, concentrischen Linien. Auf der Mitte der Schale finden sich 4 schwach erhabene, stumpfe Radialrippen, durch bedeutend grösseren Zwischenraum geschieden.

Eine Pecten-Art mit diesen Charakteren habe ich nicht finden können. Unter den Arten, die mit der unsrigen zu vergleichen sind, hat P. anisopleurus (BUVIGNIER: Statistique géologique etc. du dép. de la Meuse, Atlas, p. 23, t. 19, f. 31—35) weit stärkere concentrische Linien, die auf den Radialrippen fast die Form von Schuppen bekommen; die Radialrippen sind 5 und weit breiter als bei P. spitzbergensis. P. inæquicostatus PHILLIPS (l. c., t. 4, f. 10; LORIOL: Monographie paléont. de la zone à Ammonites tenuilobatus d'Oberbuchsitten, p. 87, t. 12, f. 5, 6. Mém. de la Soc. pal. Suisse vol. 8) weicht noch mehr durch die Form der Radialrippen ab. P. fibrosus SOW. (Min. Conch., t. 2, s. 84, t. 136, f. 2; DAMON: l. c., t. 3, f. 1) hat ähnlich geformte Radialrippen, die aber nicht wie bei P. spitzbergensis auf der Mitte der Schale beschränkt sind. Im Gestein *N:o 2.*

Pecten sp.

In demselben Gestein finden sich mehrere Exemplare einer anderen Pectenform, die aber zu schlecht erhalten sind, um bestimmt werden zu können. Länglich eiförmig; die Schale ist dünn mit zahlreichen, feinen Radialstreifen versehen; die Ohren klein. Gestein *N:o 2.*

Möglicherweise kommen daselbst Fragmente von noch einem oder zwei Pecten vor, die jedoch nicht einmal generisch sicher zu bestimmen sind.

Pecten sp.

Fragmente des Steinkerns eines grossen Pecten von 75 mm. Breite; Höhe wahrscheinlich grösser. Das vordere Ohr klein, das hintere grösser. Am Steinkern sieht man bei den Ohren zwei Vertiefungen, so dass die Innerseite der Schale an den Ohren mit zwei Wülsten versehen war. Solche scheinen nicht bei P. validus vorzukommen (LINDSTRÖM: l. c., p. 15, t. 3, f. 5, 6. KJERULF: Stenriget og Fjeldlæren, 1870, p. 274, f. 333) welcher Art dieses Exemplar sonst am meisten ähnlich ist.

Im Gestein *N:o 12.* Geschiebe aus dem Verwerfungsthal, Belsound.

Pecten sp.

Eine kleine Art dieser Gattung, die zwar von den vorigen verschieden ist, aber zu unvollständig und schlecht erhalten, um bestimmt werden zu können. Gestein *N:o 9.* Niedergefallenes Stück mit Pecten demissus. Östliche Seite von Advent Bay.

Lima cf. duplicata SOW. sp.

Taf. 2, f. 10.

Steinkern; schief oval; 14 Radialrippen die sich allmählich verflachen; die Zwischenräume breiter als die Rippen. Zwischen zwei grosse Rippen sieht man bisweilen eine feinere Rippe, was bei den duplicaten Limen constant der Fall ist. Ohren klein. Gestein *N:o 10.* Thoneisenstein von der östlichen Seite von Advent Bay.

Lima? sp.

Einige Fragmente dürften wahrscheinlich dieser Gattung angehören, sind aber nicht näher bestimmbar. Radialrippen treten stark hervor. Gestein *N:o 2.*

II. Trias.

Halobia Zitteli Lindström.

Taf. 2, f. 13.

Halobia Zitteli Lindström: l. c., p. 6. t. 1. f. 6—12, t. 2, f. 11.
» » Mojsisovics: Ueber die triadischen Pelecypoden-Gattungen Daonella und Halobia. p. 32, t. 3, f. 10, 11. Abhandlungen der K. K. Geologischen Reichsanstalt. Band 7, Heft 2.
» » Öberg: l. c., p. 16, t. 5, f. 3—4.

Die Exemplare dieser Art sind ziemlich häufig, doch sind sie gewöhnlich nicht besonders gut erhalten. Die Schlossgegend ist selten gut zu beobachten; auch bei dem abgebildeten Exemplare scheint ein hinteres Ohr vorzukommen, was doch nur durch Druck hervorgebracht ist. Das vordere Ohr ist fast immer deutlich, so dass es sicher eine Halobia, keine Daonella ist. In Beziehung auf Sculptur, Form etc. stimmen sie ganz mit anderen Exemplaren von Halobia Zitteli aus Spitzbergen und lassen sich nicht als Pecten deuten. Im allgemeinen sind die Exemplare klein, von ungefähr 11—18 mm. Länge. *N:o 13 a* und *b.*

Monotis? sp.

Einige, wahrscheinlich dieser Gattung gehörige, nicht aber näher zu bestimmende, Formen kommen auch vor. *N:o 13 a.*

Pecten Öbergi n. sp.

Taf. 2, f. 15.

Diese Form ist weder von Lindström noch Öberg beschrieben worden und kommt wahrscheinlich in den unteren Schichten des Trias nicht vor. Sie nähert sich P. lævigatus und P. discites des deutschen Muschelkalkes, kann aber weder mit dem einen noch dem anderen identificirt werden. Fast kreisrund, dünnschalig, glatt, mit feineren concentrischen Linien; die Ohren sind klein; das vordere der rechten Schale nur mit schwachem Byssusausschnitt. *N:o 13 b.*

Lima Spitzbergensis n. sp.

Taf. 2, f. 17.

Der L. lineata nicht unähnlich, aber davon leicht zu unterscheiden. Bauchig, etwas schief, hinter dem hinteren Ohre ausgeschweift; sehr zahlreiche und feine, etwas unregelmässige und wellenförmige Radiallinien, die durch breitere Zwischenräume getrennt sind. Diese Linien sind am meisten an den Kanten der Schale sichtbar, die Mitte scheint hingegen fast glatt. *N:o 13 b.*

Rhynchonella sp.

Exemplare einer Art dieser Gattung kommen sehr häufig vor, sind aber so schlecht erhalten, dass sie specifisch nicht zu bestimmen sind. *N:o 13 a* und *b.*

Spirifer sp.

Taf. 2, f. 16.

Zwischen den Exemplaren vorhergehender Art liegen auch einige andere, die zu Spirifer gehören, aber auch nicht näher bestimmbar sind. *N:o 13 a.*

Lingula polaris n. sp.

Taf. 2, f. 14.

Lingula sp. LINDSTRÖM: l. c., p. 8, t. 1, f. 13.

Ein ziemlich gut erhaltenes Exemplar dieser von LINDSTRÖM abgebildeten Art. Wie schon LINDSTRÖM hervorgehoben hat, weicht sie von L. tenuissima durch den gerundeten Wirbel ab; sie ist auch nicht so gegen den Unterrand ausgebreitet wie diese Art. L. Zenkeri (ALBERTI: Ueberblick über die Trias, p. 161, t. 6. f. 4) hat mehr quadratischen Umriss und auch etwas spitzeren Wirbel, sowie gröbere Anwachsstreifen. L. polaris ist auch grösser als die obengenannten Arten. *N:o 13 b.*

Citate.

1. Om Trias- och Jura-försteningar från Spetsbergen. Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar, Band 6, N:o 6.
2. Reisen nach dem Nordpolarmeer in den Jahren 1870 und 1871. Erster Theil s. 141. 1872.
3. v. HEUGLIN: l. c. s. 142; Theil 3, s. 332 ff. 1874. FRAAS: Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palæontologie 1872. s. 203 ff.
4. l. c. Fig. 10, S. 310.
5. Die Kreide Flora der Arctischen Zone. Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar, Band 12, N:o 6. 1874.
6. HEER: Die Miocene Flora und Fauna Spitzbergens. s. 4 und 79. Kgl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar, Band 8. N:o 7. 1870.
7. Om Trias-Försteningar från Spetsbergen. Kgl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar, Band 14, N:o 14. 1877.
8. l. c. p. 11.
9. Miocene Flora etc. s. 4.

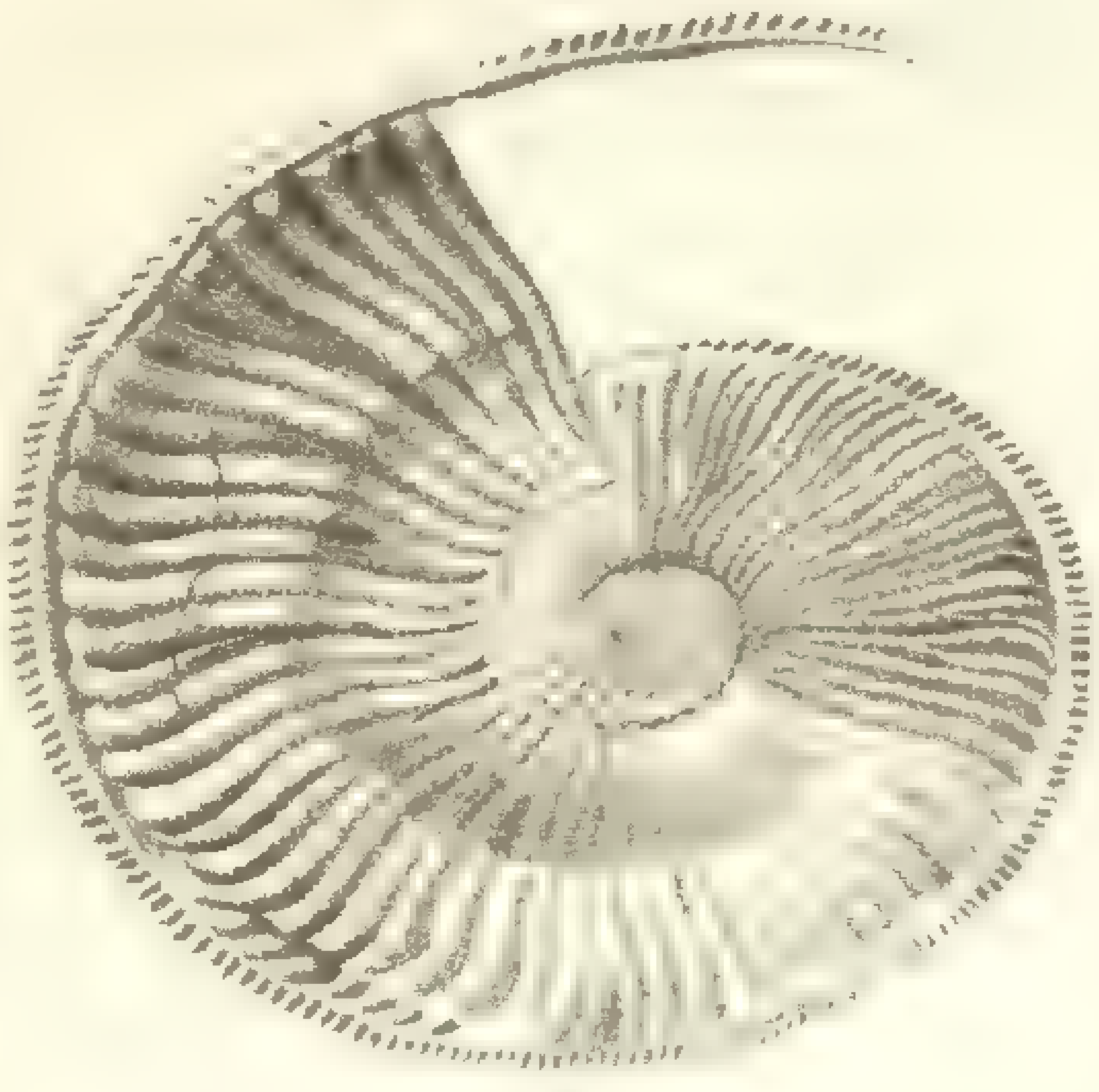
Erklärung der Tafeln.

Tafel 1.

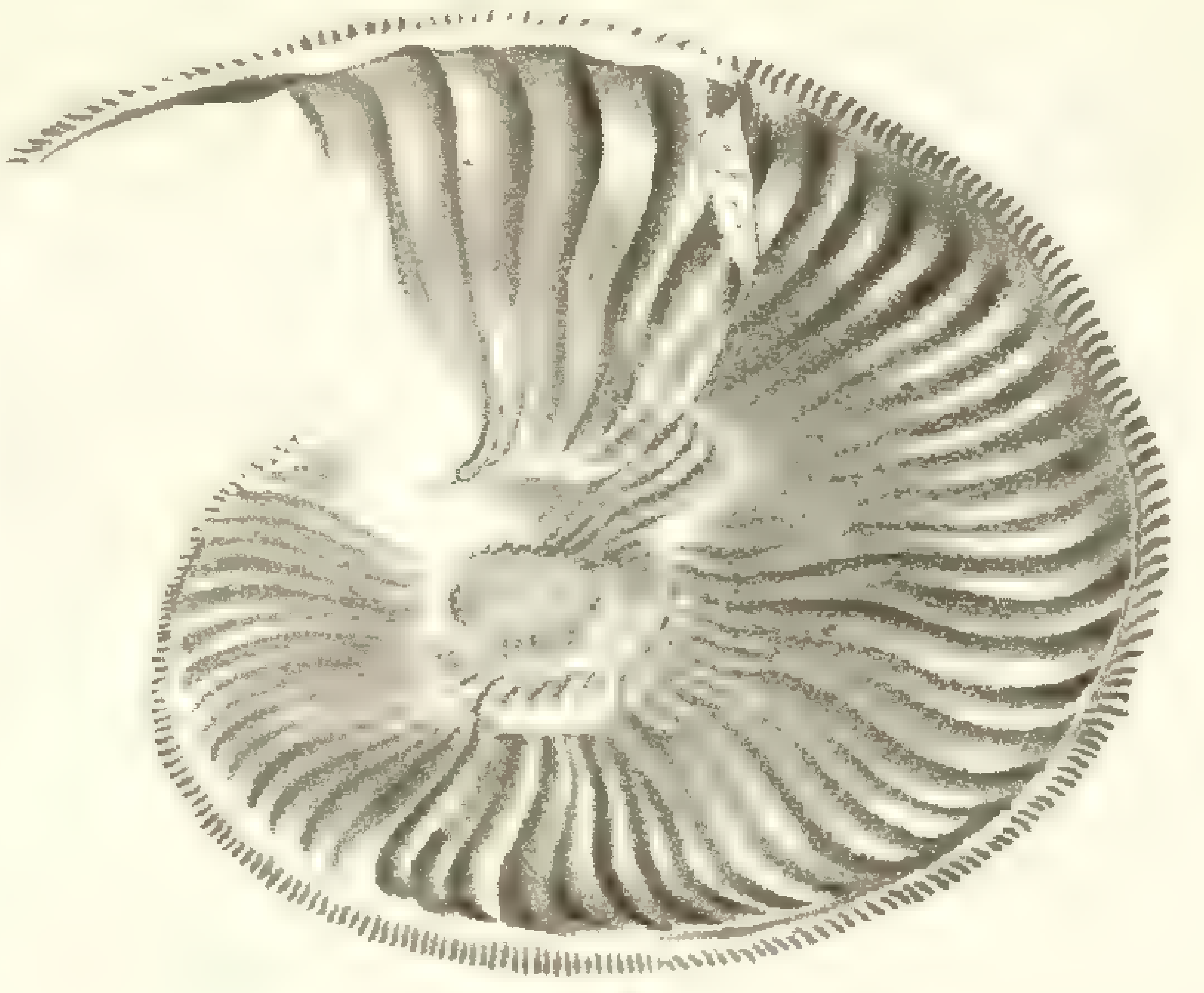
Fig.	1 und 2.	Amaltheus Nathorsti n. sp.	N:o 2.
»	3.	Pecten Spitzbergensis n. sp.	»
»	4.	Goniomya sp.	»
»	5.	Aucella Spitzbergensis n. sp.	»
»	6.	» reticulata n. sp.	»
»	6 a.	» » » vergrössertes Schalenstück	»
»	7.	» » »	»
»	8.	» radiata Trautschold.	»
»	9.	Unio sp.	N:o 3.
»	10—12.	Lioplax polaris n. sp.	»

Tafel 2.

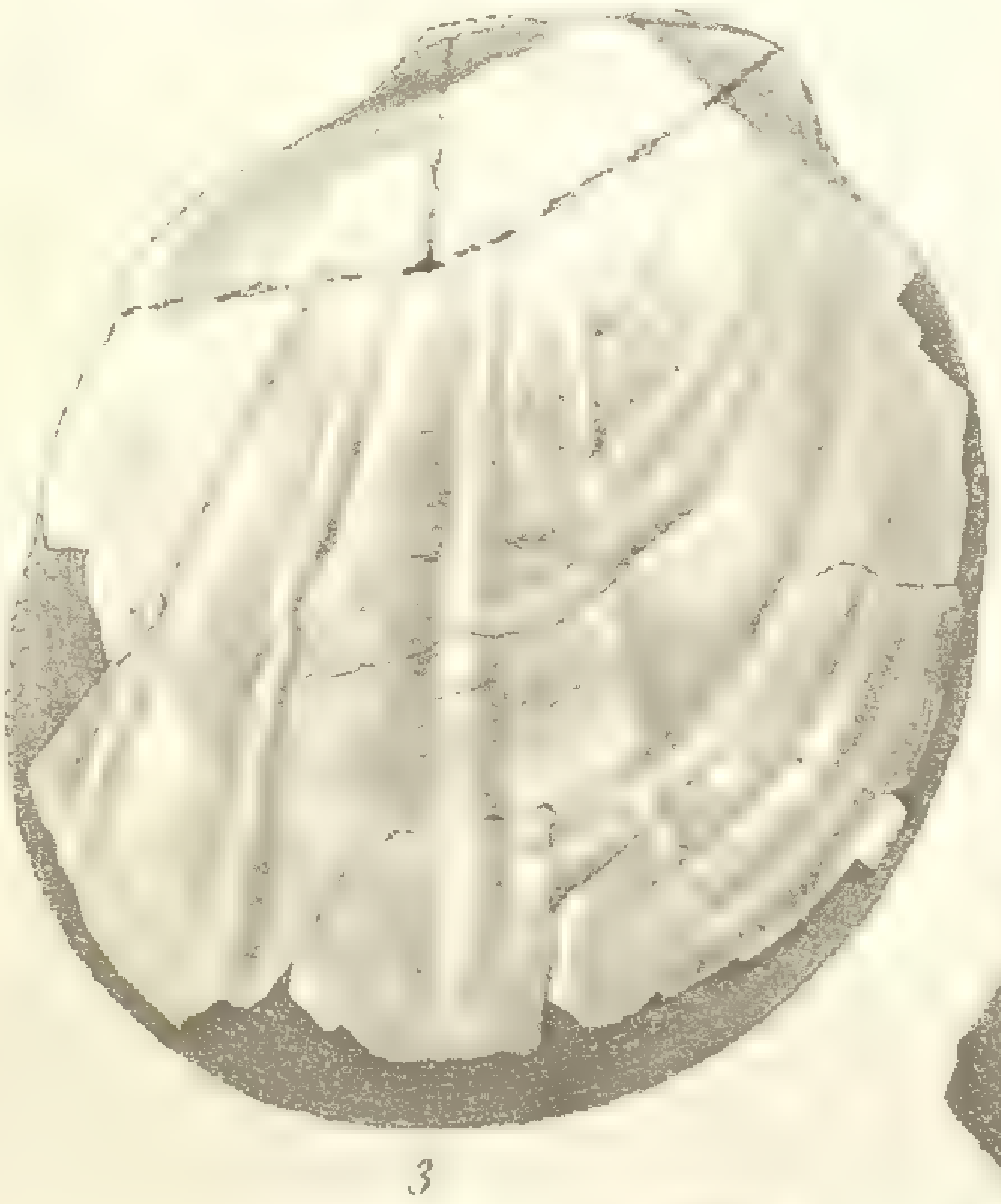
Fig.	1, 2.	Dentalium Lindströmi n. sp.	N:o 6.
»	3, 4.	Leda De Geeri n. sp.	»
»	5.	Leda sp.	N:o 4.
»	6.	Dentalium Lindströmi n. sp.	»
»	7—9.	» nodulosum n. sp.	N:o 5.
»	10.	Lima cf. duplicata Sow.	N:o 10.
»	11.	Lucina cf. lyrata Rouiller	N:o 1.
»	12.	Pecten demissus Bean.	N:o 9.
»	13.	Halobia Zitteli Lindstr.	N:o 13.
»	14.	Lingula polaris n. sp.	»
»	15.	Pecten Öbergi n. sp.	»
»	16.	Spirifer	»
»	17.	Lima Spitzbergensis n. sp.	»



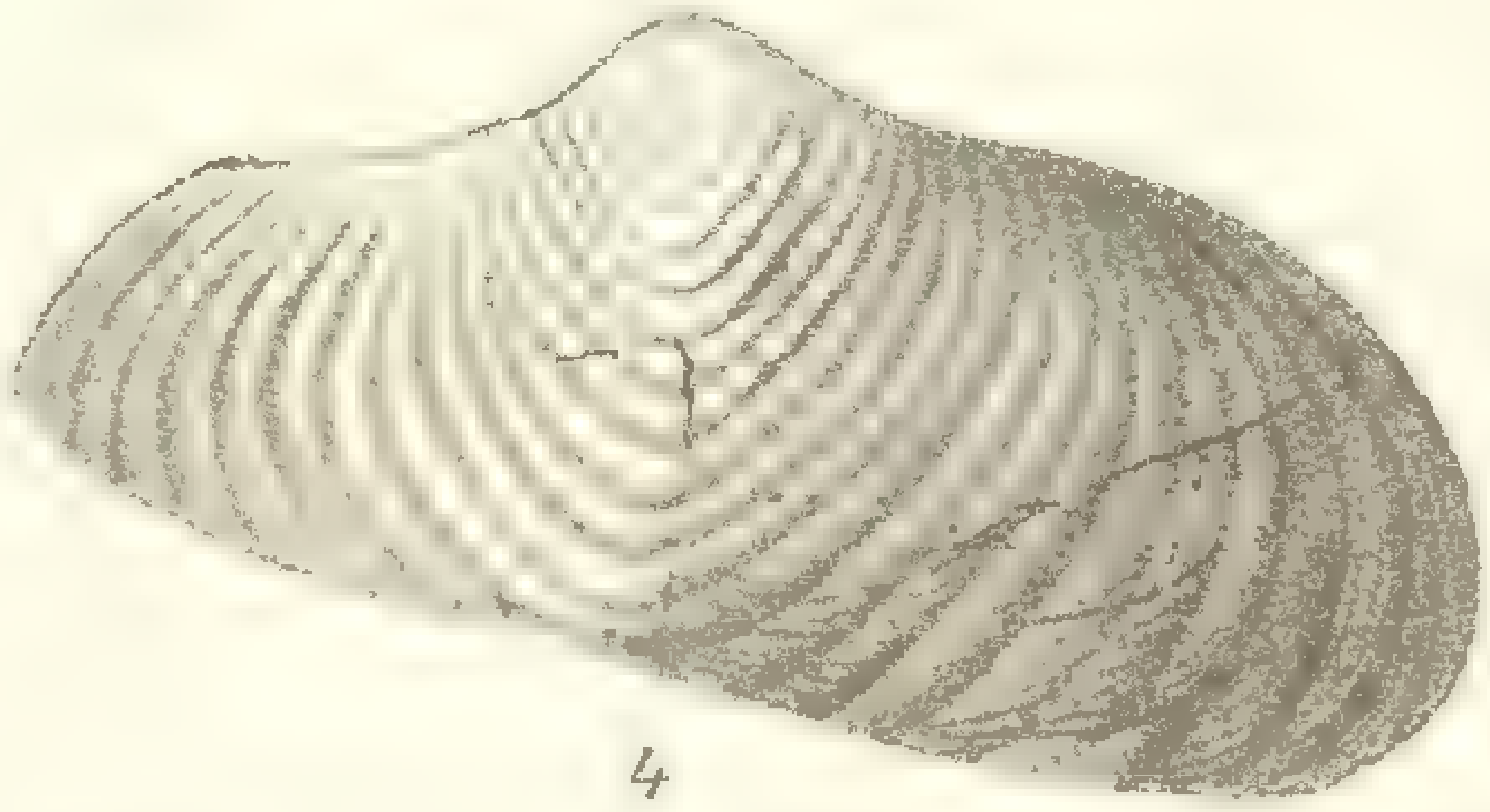
2



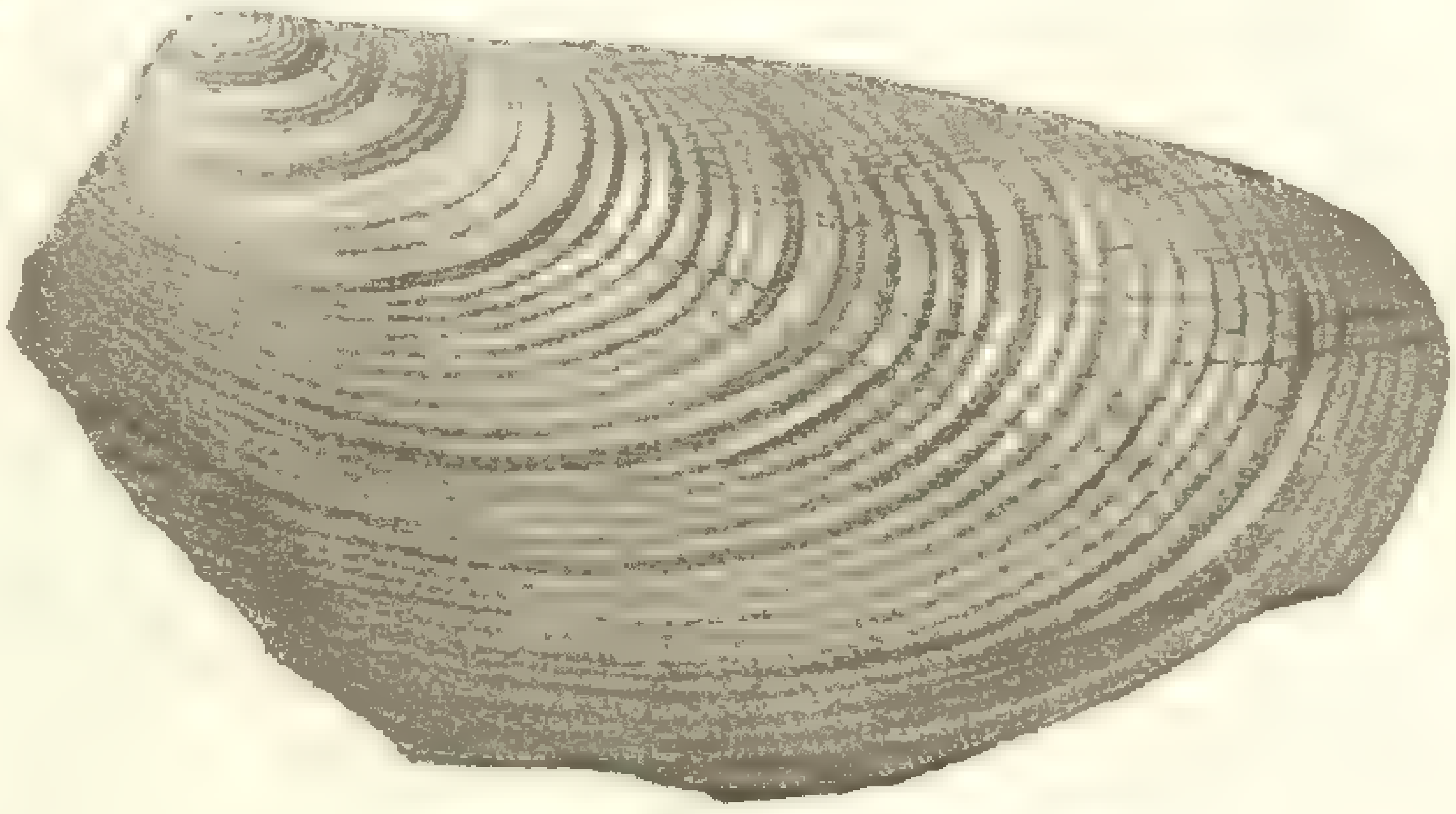
1



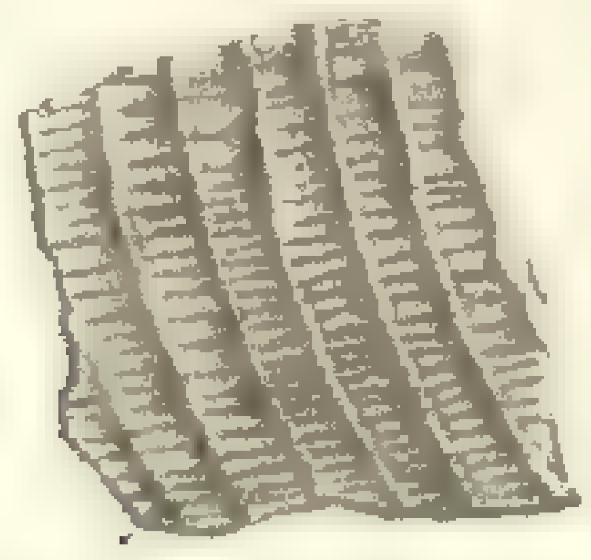
3



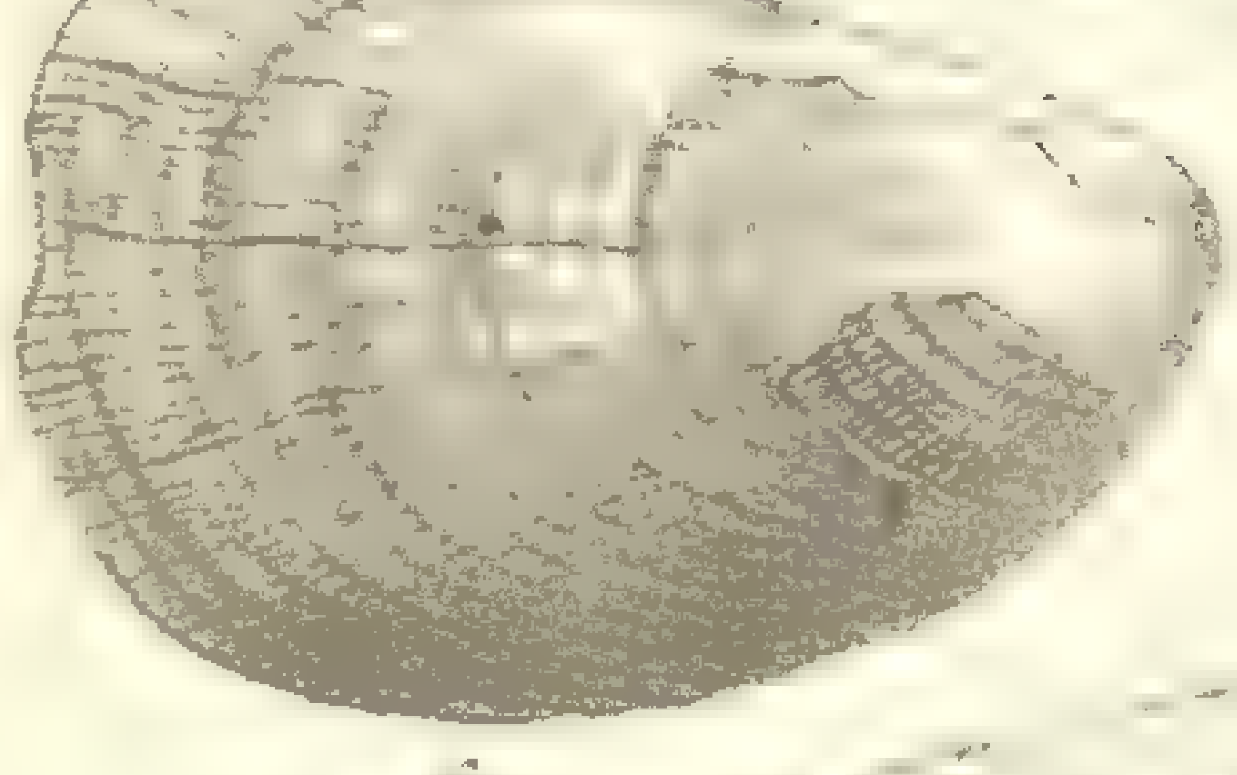
4



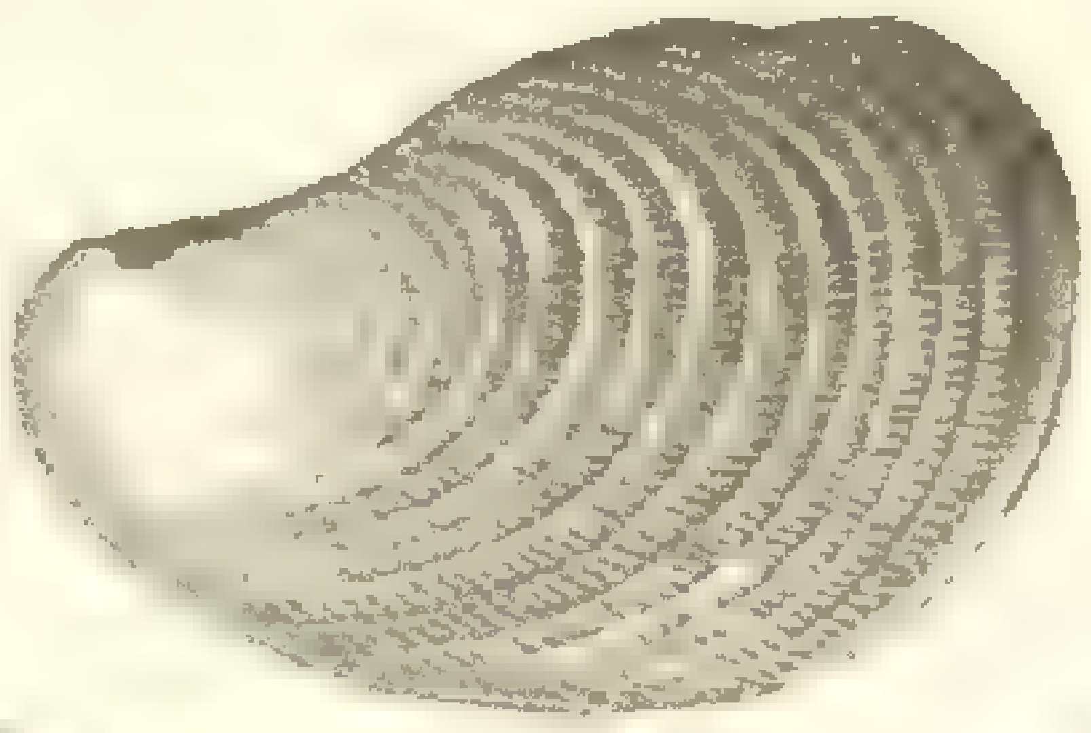
5



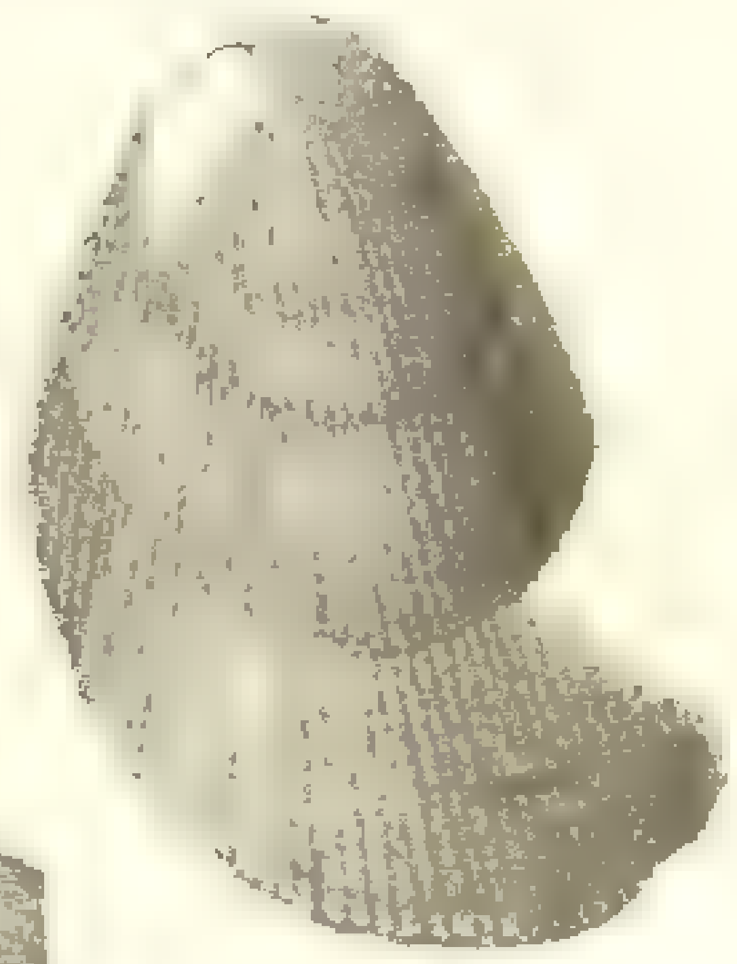
a



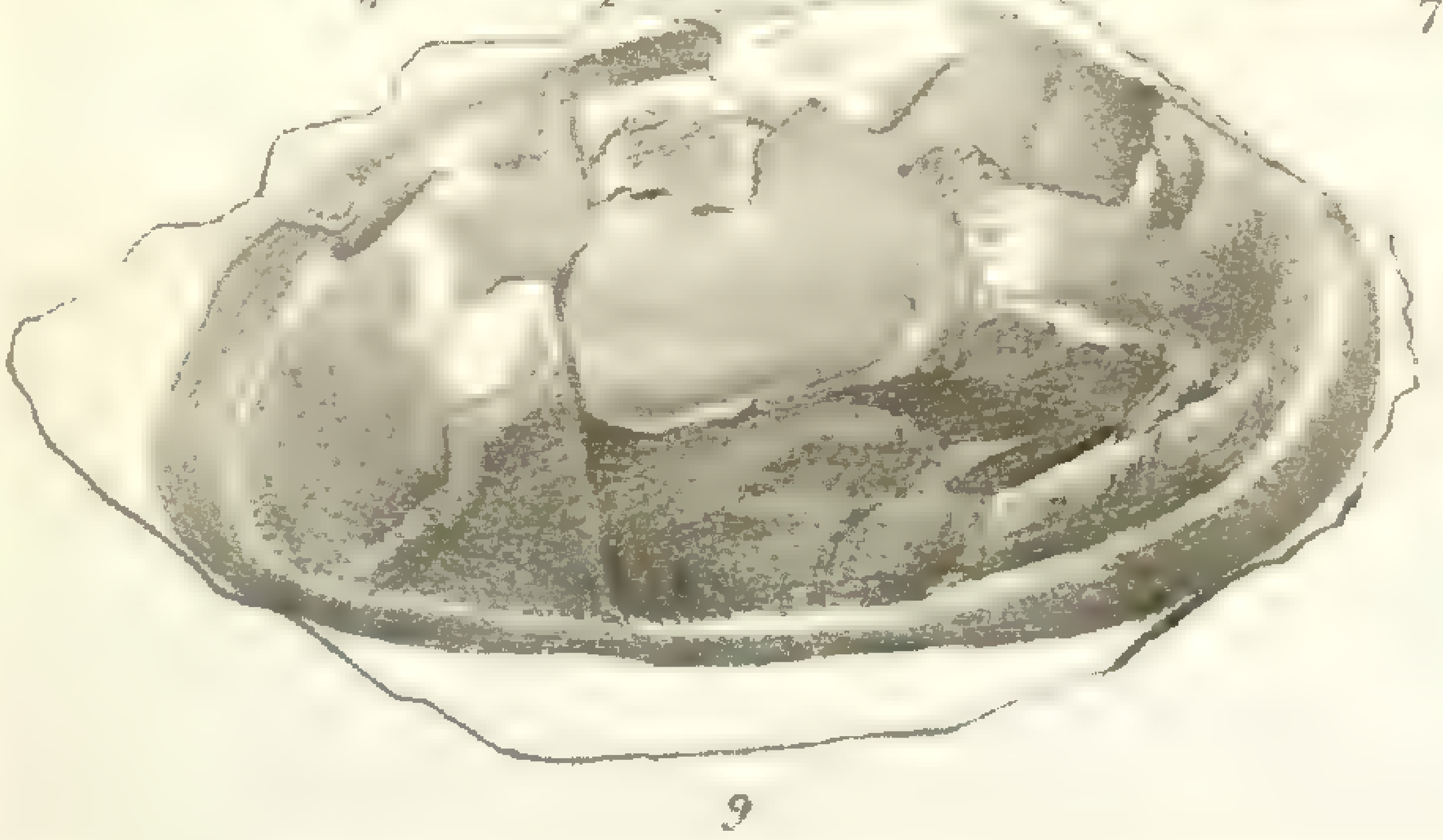
6



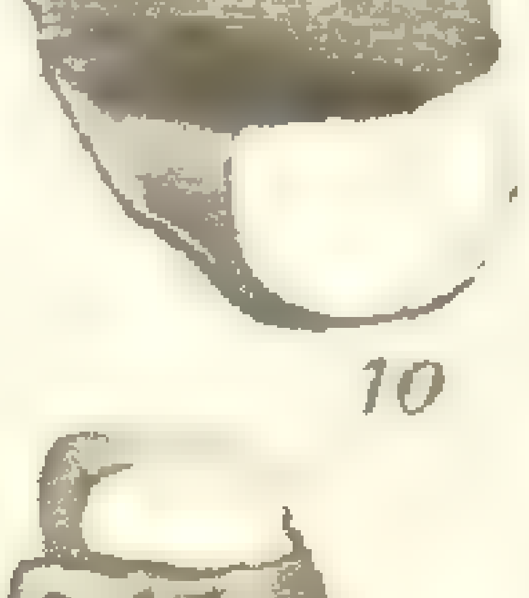
7



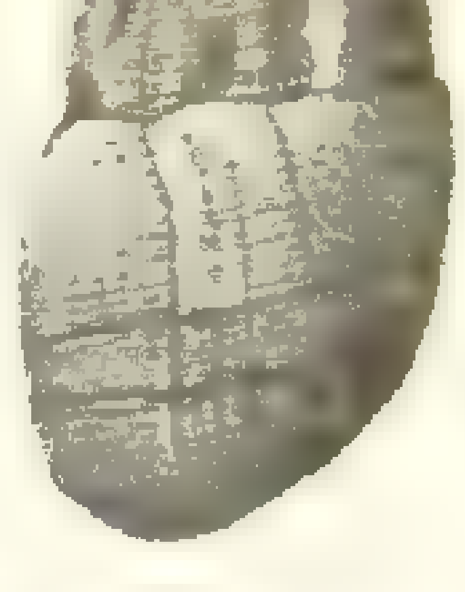
8



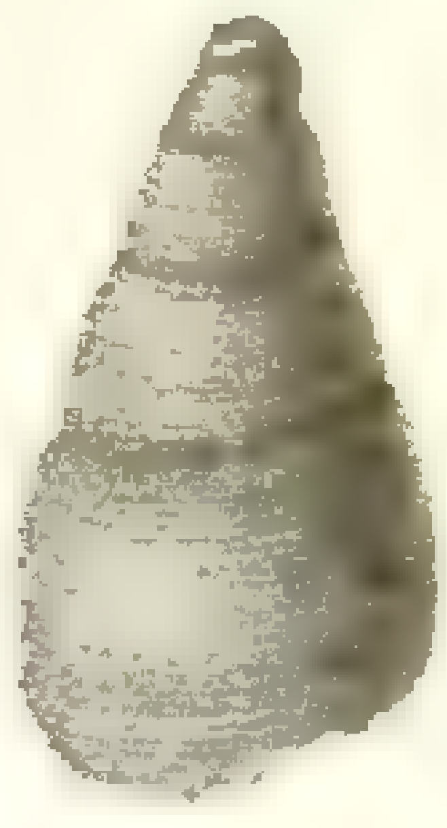
9



10



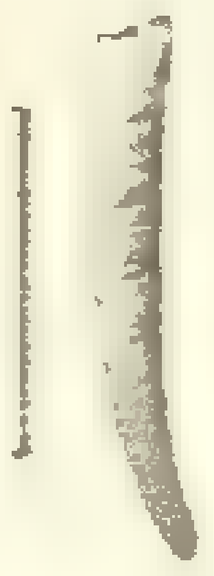
11

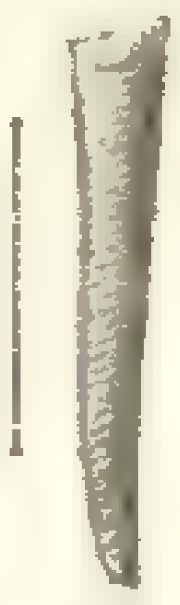


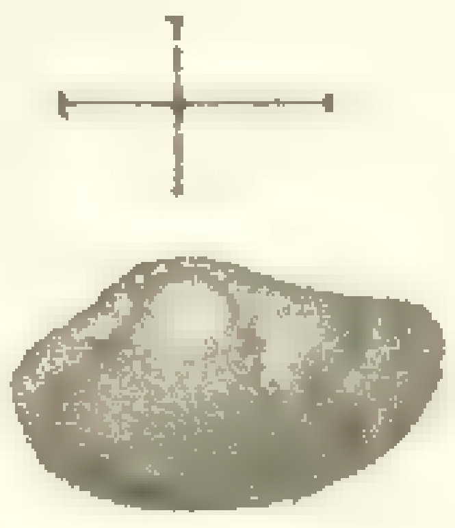
12

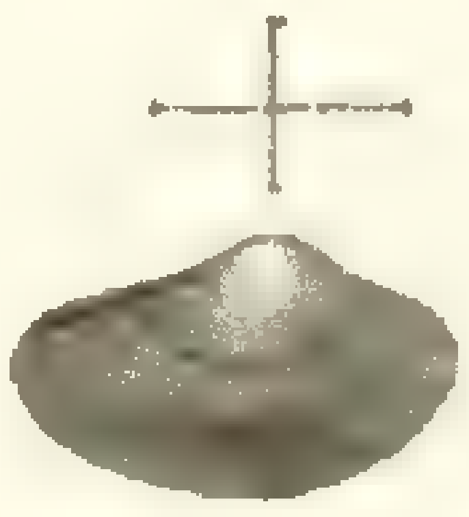
H. Lindquist del.

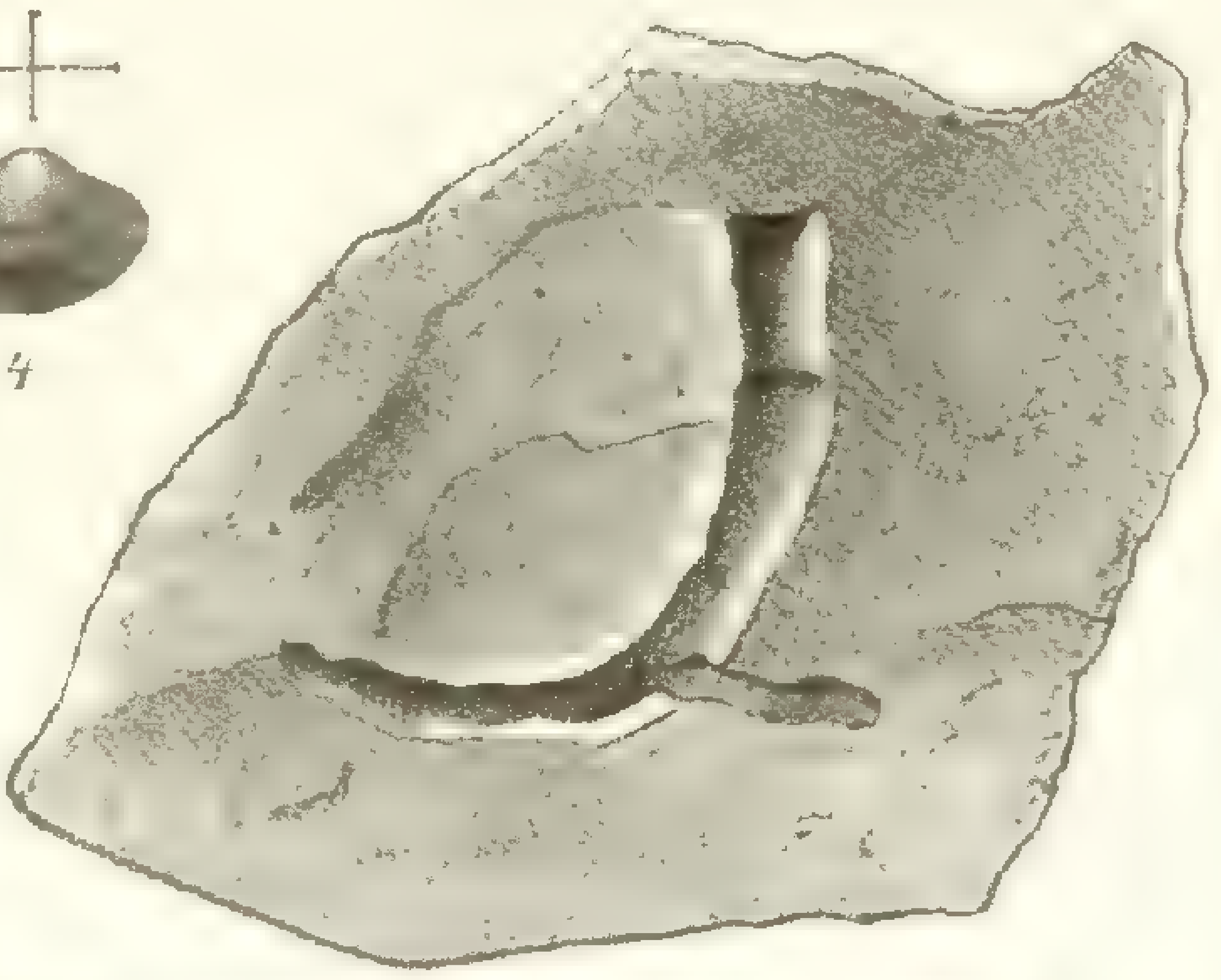
Lith W. Schlachter, Stockholm

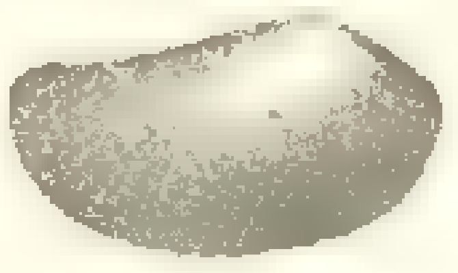

1

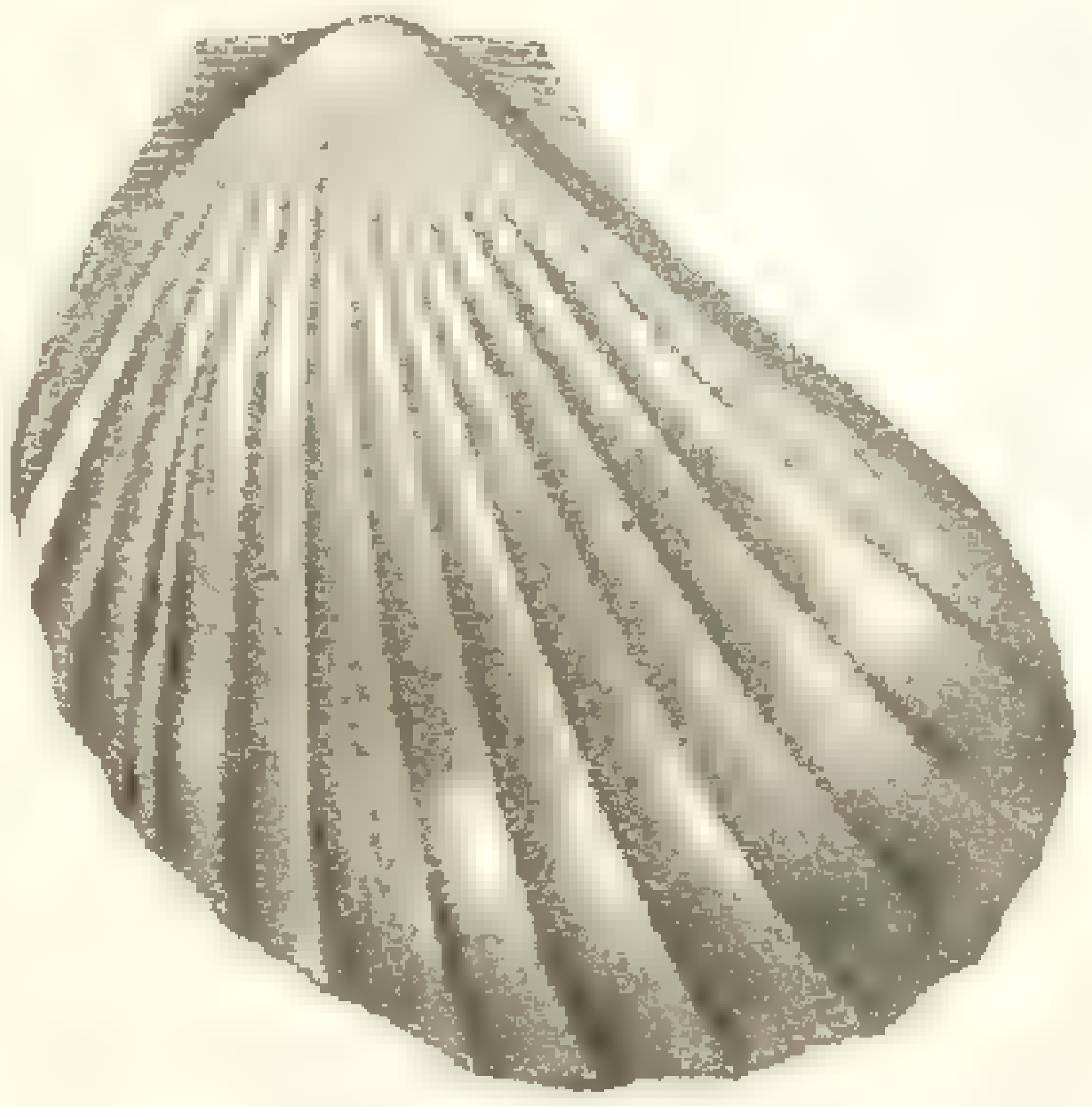

2

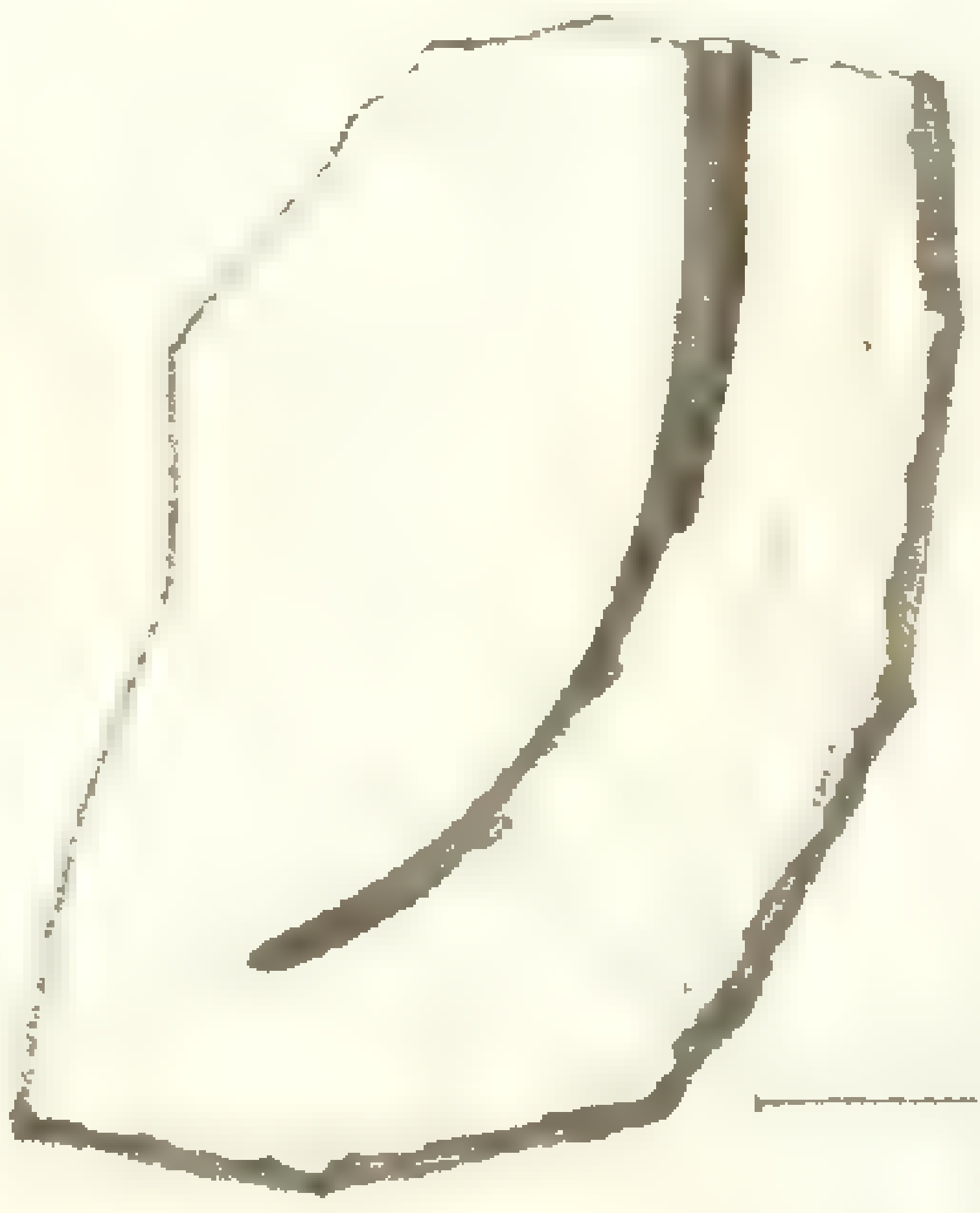

3

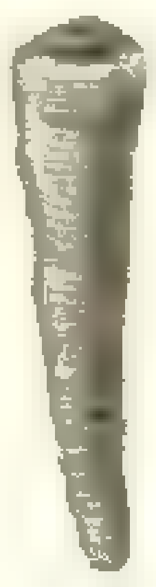

4

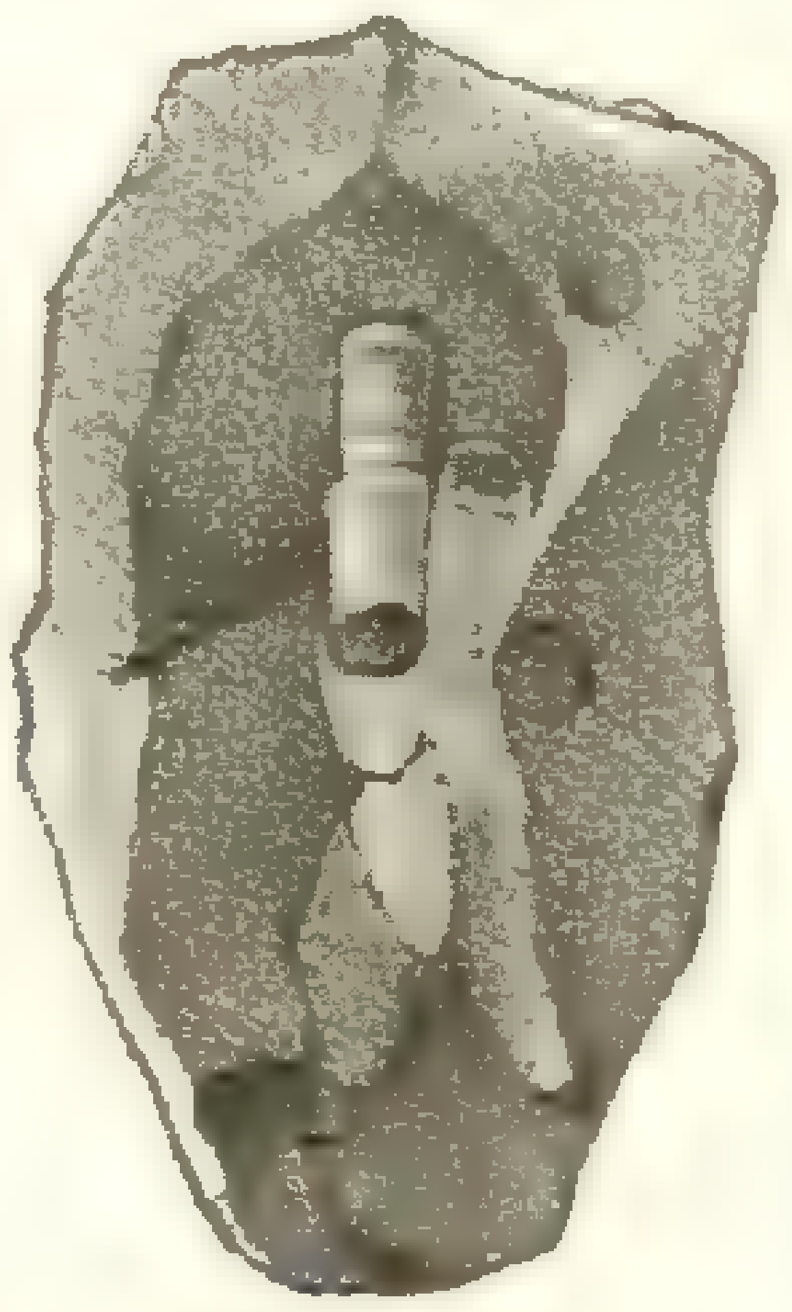

7

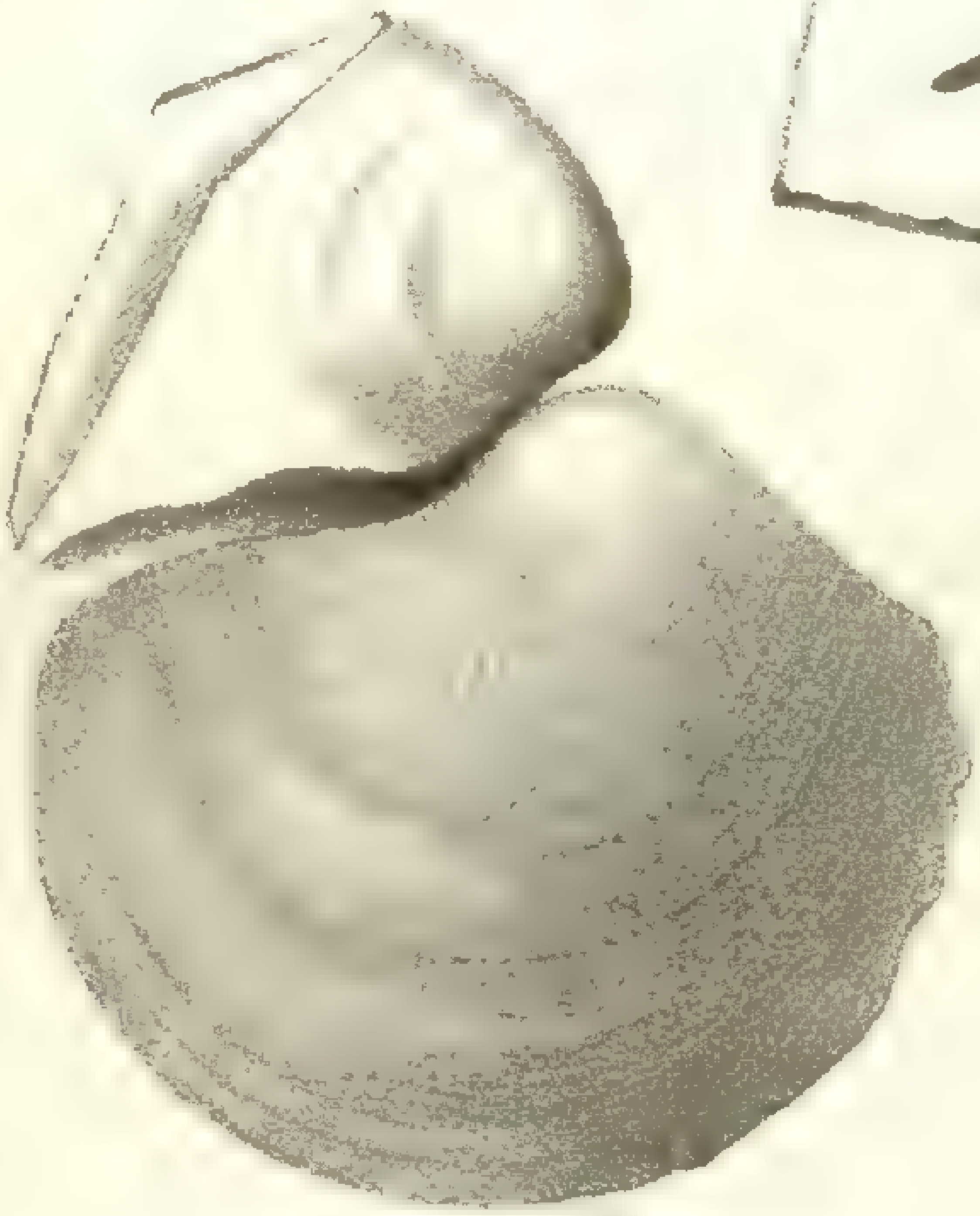

5

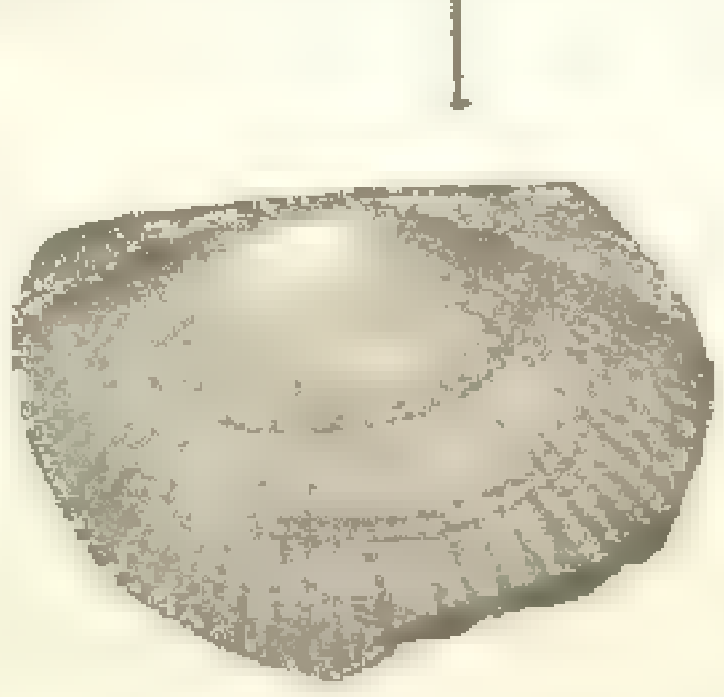

10

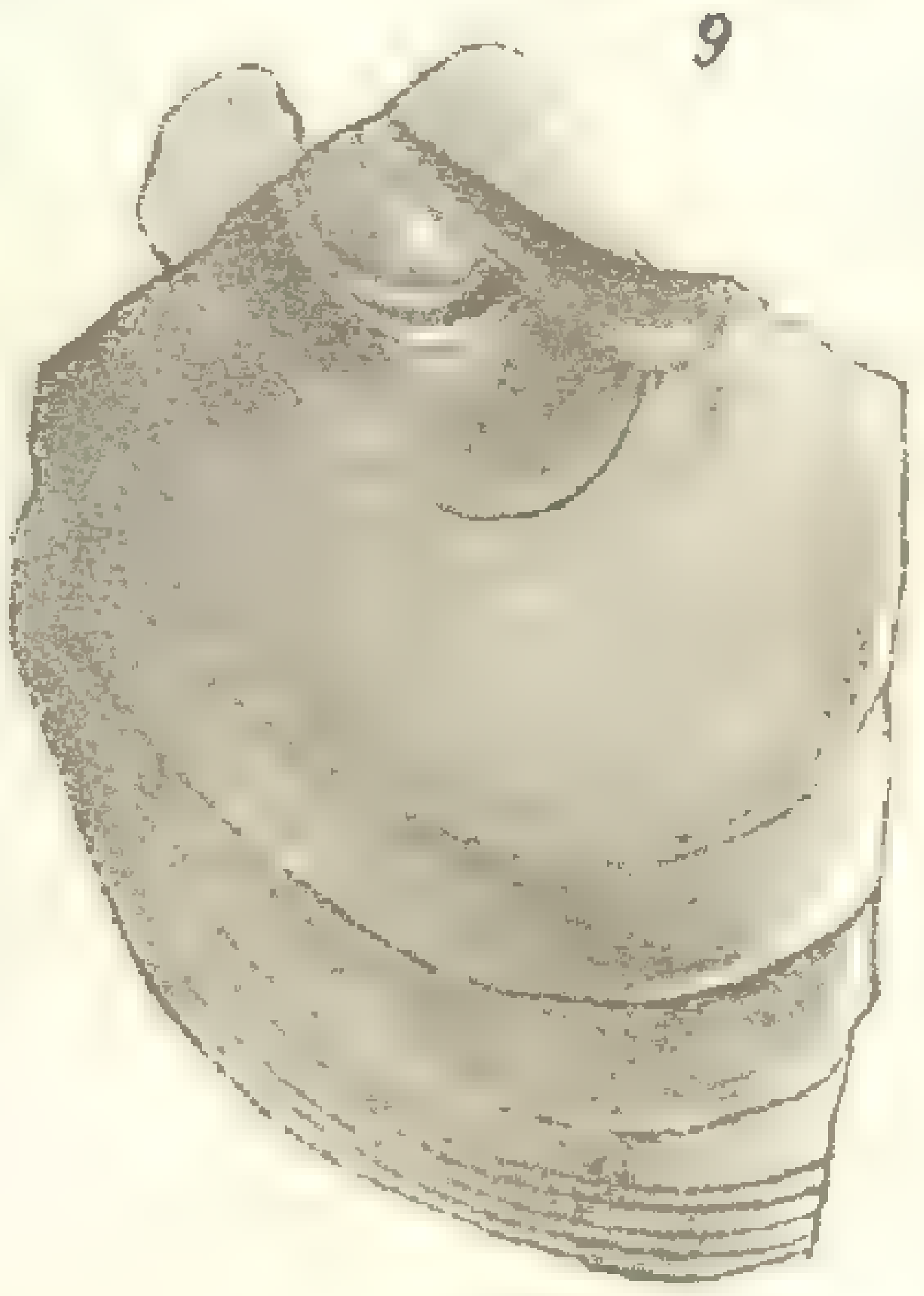

6


8

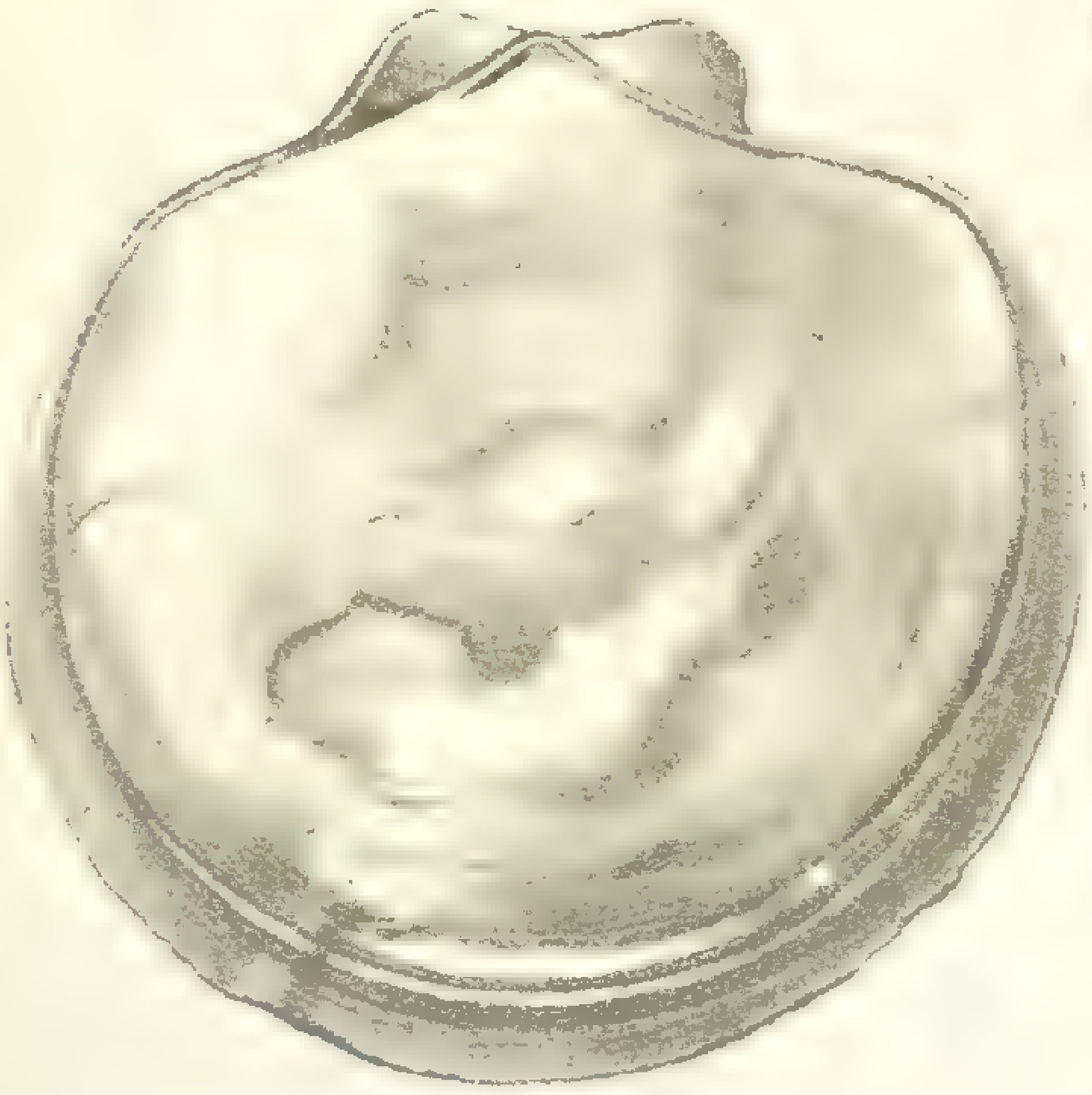

9

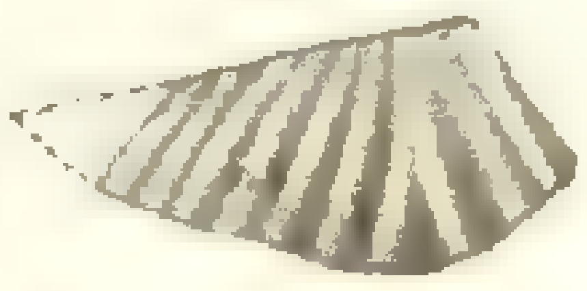

11

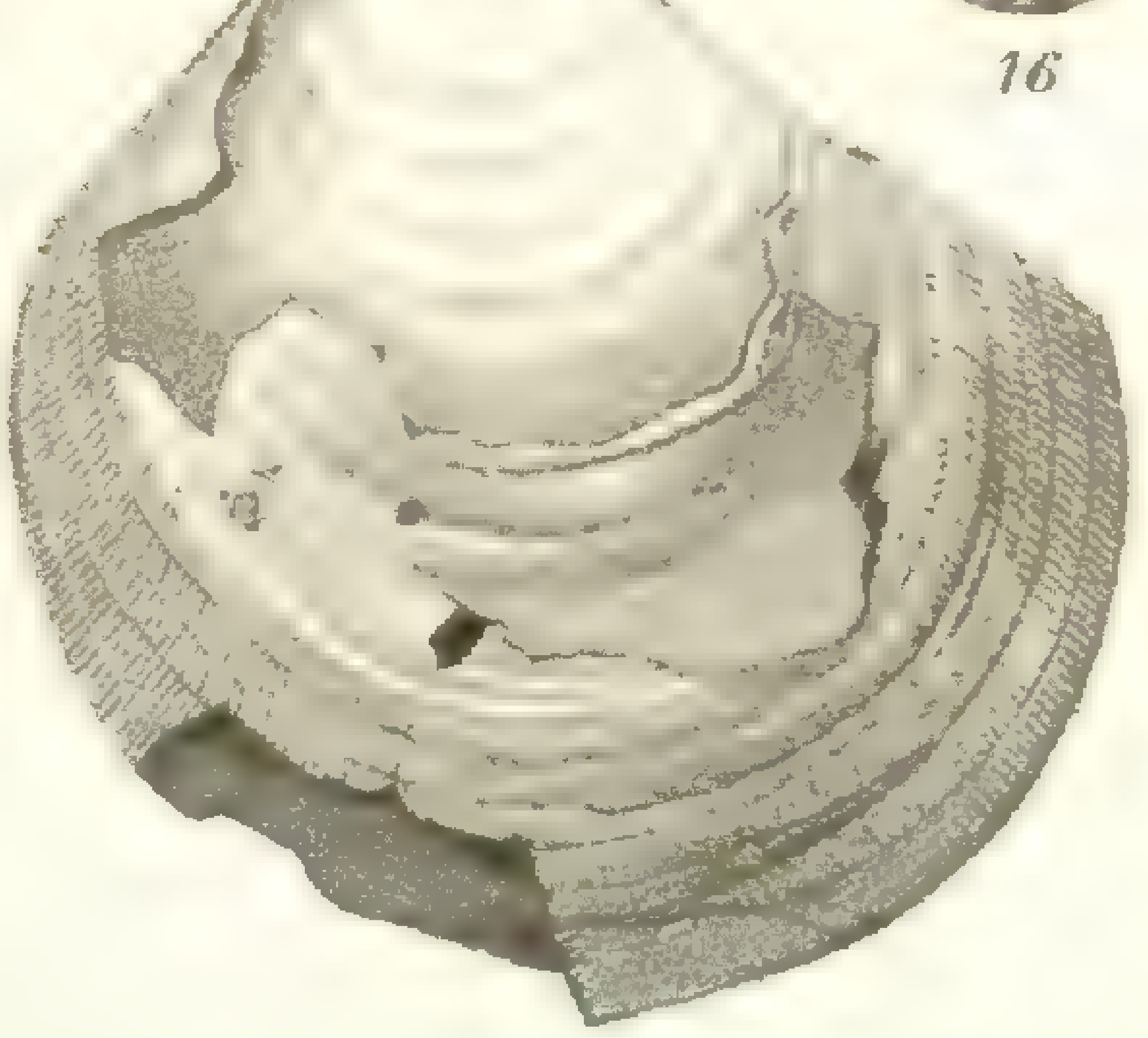

13


12

14


15


16


17

H. Lindquist del. Lith. W. Schlachter, Stockholm.

BIHANG TILL K. SVENSKA VET.-AKAD. HANDLINGAR. Band. 8. N:o 13.

RECHERCHES
SUR
LA CONDUCTIBILITÉ GALVANIQUE DES ÉLECTROLYTES

PAR

SVANTE ARRHENIUS.

MÉMOIRE PRÉSENTÉ A L'ACAD. R. DES SCIENCES DE SUÈDE LE 6 JUIN 1883.

PREMIÈRE PARTIE
LA CONDUCTIBILITÉ DES SOLUTIONS AQUEUSES EXTRÊMEMENT DILUÉES DÉTERMINÉE AU MOYEN DU DÉPOLARISATEUR.

AVEC UNE PLANCHE.

STOCKHOLM, 1884.
KONGL. BOKTRYCKERIET.
P. A. NORSTEDT & SÖNER.

Lorsque l'hiver en 1882—3 nous allâmes entreprendre des expériences sur la conductibilité de solutions diluées, il nous sembla que pour la réussite de ces expériences, il était de la plus grande importance de connaître préalablement les rapports des solutions en eau, extrêmement diluées, comme conductrices de l'électricité. Or, sur ce point il y a jusqu'à présent une grande lacune dans la littérature physique. Les seules expériences sur des solutions diluées qui aient été publiées, sont par M. LENZ[1]); mais outre que les matériaux, employés pour son travail, ont été bornés à des composés de potassium, de sodium, d'ammonium et d'hydrogène, l'atténuation de ces mêmes solutions n'a pas été poussée aussi loin que cela nous semble désirable. Des essais pour la solution de cette question nous semblent avoir été faits par M. F. KOHLRAUSCH aussi, qui, dans cette branche, a tant mérité. Fréquemment il cite les rapports intéressants et curieux qu'il a observés dans des solutions extrêmement diluées, dont il se réserve de rendre compte dans un autre ouvrage[2]). En vain, nous avons cherché ce travail promis parmi les publications (Göttinger Nachrichten et les Annales de WIEDEMANN), où selon toute probabilité, il devrait être inséré en cas de publication. Les Beiblätter ne parlent pas non plus de l'existence d'un travail pareil. Six années s'étant écoulées depuis que ces réservations ont été faites, sans qu'un compte-rendu des expériences déjà faites ait été publié, nous ne nous sommes pas cru obligé de renoncer à la publication des recherches ci-dessous; d'autant moins que M. Kohlrausch dit que les résultats de ses expériences concordent avec ceux de M. Lenz, lorsque, au contraire, les conclusions auxquelles nous sommes arrivé, ont fort peu en commun avec celles exposées à l'ouvrage de M. Lenz. Une autre circonstance nous fait croire que le degré d'attenuation employé par M. Kohlrausch, ne dépasse pas de beaucoup celui des liquides examinés par M. Lenz, liquides qui ont toujours eu une concentration beaucoup plus grande que ceux que nous avons employés. Un peu plus loin[1]), nous tâcherons de prouver que la méthode dont nous nous sommes servi, selon toute probabilité permettra de faire des expériences avec des solutions en eau beaucoup plus diluées, que cela ne serait possible d'après la méthode de M. Kohlrausch. Par ces raisons, nous n'avons pas hésité d'entreprendre l'examen du sujet en question, dont nous allons à présent exposer le résultat. Mais d'abord nous le considérons un devoir de reconnaître les grandes obligations que nous avons envers M. le Professeur Edlund, qui non seulement nous a accordé l'entrée à l'institution physique de l'Académie des Sciences à Stockholm, mais aussi procuré les instruments et les matériaux nécessaires.

---

[1]) R. LENZ. Ueber die Leitungsvermögen verdünnter Lösungen etc. Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg Série VII, Tome 26, N:o 3 (1878).

[2]) Göttinger Nachrichten 1877 p. 184. Das elektrische Leitungsvermögen der wässerigen Lösungen etc. Annales de WIEDEMANN Tome 6, p. 126 et 210 (1879).

---

[1]) Voir § 4.

CHAPITRE I.

Description de la méthode employée aux expériences ci-dessous.

§ 1. Les instruments nécessaires.

Les instruments que nous avons employés dans nos récherches, sont les suivants:

a) Un *galvanomètre différentiel*, fabriqué par M. P. M. Sörensen à Stockholm. La résistance de l'une des bobines du galvanomètre est de 310 ohms; de l'autre, de 294 ohms. La déviation a été appréciée, comme de coutume, moyennant une lunette et une règle divisée, placées à une distance de 2,5 mètres environ du miroir du galvanomètre. Pour donner une idée approximative de la sensibilité du galvanomètre, il suffira de dire qu'à une force électromotrice de 1 Daniell et à une résistance du circuit de 100,000 ohms, les deux bobines étant à la suite l'une de l'autre et coopérant, il a présenté une déviation de 5° 21'.

b) Un *dépolarisateur*, fabriqué par M. Sörensen. L'instrument dont nous nous sommes servi, a déjà été décrit par M. Edlund[1]). Cependant, la méthode par laquelle nous avons procédé, dependant entièrement de l'emploi de cet appareil, nous allons en donner une courte description. Il consiste (fig. 1) d'une planche de buis, couverte des deux côtés de disques de métal B et C, soigneusement isolés l'un de l'autre. Les disques de métal sont liés chacun à sa partie X et X' de l'axe de la planche de buis cylindrique, et contre chacune de ces parties de l'axe s'appuie l'un des ressorts f et f, qui de leur côté sont liés aux poupées k et k'. De chacun des disques B et C sortent 12 lames de métal m et m' alternatives, toutes de la même largeur (ombrées à la fig.). Les ressorts φ et φ' s'appuient alternativement contre ces lames de métal et contre la planche de buis, qui est isolante. φ et φ' terminent aux poupées l et l'. Si une pile E est introduite dans un circuit entre k et k', et que l et l soient rattachés à un autre circuit, *le courant dans la partie* ll' *changera nécessairement de direction 24 fois, pendant que le dépolarisateur* ABC, *moyennant la manivelle* V, *décrit un tour*. Nous reviendrons plus tard à un examen plus précis de la fonction du dépolarisateur (voir § 3).

---

[1]) Edlund: Annales de Poggendorff. T. 156, p. 273 (1875).

c) Un *gyrotrope de Pohl*, un *interrupteur*, une *couple de Daniell* et des *fils conducteurs*.

d) Une *boite de résistance* de ELLIOT BROTHERS, allant de 1 jusqu'à 110,000 ohms. Elle est correcte à 18°,33 Celsius. En conséquence du peu d'écart de cette température durant les expériences et du changement insignifiant de ces résistances par la température, les corrections pour la température ont été considérées superflues. Un simple calcul nous montre qu'elles sont très-inférieures aux erreurs d'expérience[1]).

e) *Bobines à résistance* de RUHMKORFF à Paris, ainsi qu'un *rhéostat de sulfate de zinc* entre des électrodes de zinc amalgamé, dans six tubes de verre longs de 1,5 mètre. Moyennant ces divers arrangements, il était possible de réaliser une résistance variant de 0,1 à 200,000 ohms.

f) Des *vaisseaux de verre*, contenant le liquide examiné, ainsi que des appareils nécessaires pour régler la température du liquide examiné.

§ 2. **Arrangement des expériences.**

Les instruments, mentionnés au § précédent, étaient combinés d'après le schème suivant (fig. 2).

De la source d'électricité E (consistant ordinairement d'une couple de Daniell) sortent deux circuits I et II, dont l'un parcourt la bobine A du galvanomètre différentiel, et l'autre, celle de B. Un interrupteur sert à ouvrir ou à fermer à volonté le courant, qui, sortant de *E*, est destiné à parcourir ces deux branches. Comme de coutume, les deux branches sont arrangées de telle manière que l'effet de la bobine *A* sur l'aiguille du galvanomètre est opposé à celui de la bobine *B*. La branche *I* contient à *D* le dépolarisateur, décrit en b), dont les quatre poupées *k*, *k'* et *l*, *l'* sont liées de la manière indiquée par la figure. Dans la portion *ll'*, qui constitue une partie de la branche *II*, se trouve le gyrotrope de Pohl *P*. En le plaçant d'un côté, on introduit un tube à résistance *X*, contenant le liquide examiné; *en le plaçant du côté opposé, X est remplacé par la résistance variable ϱ, décrite en d).*

---

[1]) La température de l'appartement était ordinairement de 16° C., de sorte que la correction qu'en général il faudra faire aux chiffres cités plus tard, sera de 0,07 % environ (selon les exposés au Cours de Physique de M. JAMIN et de M. BOUTY, Tome IV, fasc. 1, p. 108).

Si maintenant on fait marcher la manivelle du dépolarisateur (par des raisons énoncées ci-dessous, en mesure avec le tic-tac d'un métronome) et que l'on ferme le courant moyennant l'interrupteur *a*, on obtiendra une déviation du galvanomètre. Si alors *X* se trouve dans la partie *ll'*, on peut à volonté augmenter ou diminuer la résistance *R*, jusqu'à ce que les courants qui traversent la branche *II* et qui constamment changent de direction dans la partie *lXl'*, exercent la même influence sur l'aiguille du galvanomètre, que le courant traversant la branche *I*. Alors la déviation est égale à zéro. Si maintenant on fait basculer le gyrotrope, on rencontre facilement une résistance ϱ, qui fait l'équilibre à la résistance *R*, de sorte que la déviation devient de nouveau nulle. *On prétend alors la résistance ϱ égale à la résistance cherchée du liquide examiné dans le tube X.*

§ 3. Analyse de la valeur de la méthode.

Par ce qui précède, on comprendra facilement que la méthode, dont nous avons fait usage pour l'examen de la résistance des liquides, est une combinaison de la méthode de zéro, nommée après BECQUEREL[1]), et de celle employée par M. EDLUND[2]).

Entre la manière dont M. EDLUND et nous nous avons employé le dépolarisateur pour la mesure de la résistance des liquides, règnent exactement les mêmes rapports, qu'entre la méthode de **Lenz**[1]) et celle de **Becquerel** pour la mesure de la résistance des métaux.

---

[1]) JAMIN et BOUTY, Cours de Physique etc. Tome 4, fasc. 1, p. 87, 3:e édit. (1883).

[2]) POGG. Ann. Tome 5, p. 18. WIED. Ann. Tome I, p. 18.

Dans quelques cas seulement, nous avons employé la méthode de M. **Edlund**, et les résultats obtenus ainsi seront désignés par un astérisque. L'emploi du dépolarisateur ayant subi une critique fort détaillée par M. **Dorn**[2]), il est nécessaire d'examiner *l'influence des causes d'erreurs* qui y sont indiquées, sur les méthodes que nous avons employées; examen pour lequel nous nous servirons d'une part de la réponse de M. **Edlund**[3]) à la critique de M. **Dorn**, de l'autre part, de quelques expériences que nous avons faites à ce dessein. M. **Dorn** lui-même fait la remarque[4]) qu'à l'emploi du dépolarisateur se présentent deux causes d'erreurs: *»Il s'ensuit »pourtant» d'une discussion sur ce sujet, qu'à toutes les expériences*, citées ici[5]), *elles n'ont pas pu exercer d'influence fâcheuse.*» M. **Dorn** fait observer qu'un dépolarisateur de buis n'isole pas complètement. M. **Edlund** au contraire remarque, que *des expériences faites par lui prouvent l'isolation bonne;* observation constatée dans un de nos essais, où la force électromotrice était deux couples de Daniell, et où le circuit du courant, outre les deux bobines coopérantes du galvanomètre décrit ci-dessus, consistait de la planche de buis; pourtant le galvanomètre n'indiqua pas de déviation visible. Quant aux deux autres remarques (sur les causes d'erreurs proprement dites) savoir: sur l'influence des extra-courants et sur l'existence de phénomènes de charge, nous renvoyons aux épreuves de M. **Edlund**, décrites à l'endroit déjà mentionné, où il démontre que *toutes les deux peuvent être évitées, si on fait marcher la manivelle assez lentement.* Nous avons toujours employé la même vitesse que M. **Edlund** savoir: un tour du cylindre du dépolarisateur par seconde, par quelle vitesse les erreurs mentionnées deviennent insensibles. En ouvrant le circuit ll' et la branche I, nous nous sommes assuré que, même en tournant la manivelle fort rapidement, la déviation devient nulle, c'est-à-dire, que *des phénomènes de charge de grandeur*

---

[1]) **Wüllner**, Lehrbuch der Experimentalphysik. Tome IV, p. 472, 3:e édit. (1875).

[2]) **Dorn**, **Wied.** Ann. Tome 9, p. 513 (1880) et Tome 10, p. 46 (1880).

[3]) **Wied.** Annales. Tome 12, p. 149 (1881).

[4]) l. c. p. 532.

[5]) C'est-à-dire, dans les cas, où M. **Dorn** a employé le dépolarisateur pour des mesures de résistance.

observable n'arrivent pas. Ayant souvent employé aux mesures une résistance moindre que M. EDLUND, en quel cas l'influence des extra-courants augmente, nous nous sommes vu contraint de rechercher l'effet des extra-courants à la résistance plus petite (100,000 ohms environ) que nous ayons déterminée conformément à la méthode de M. EDLUND. A ce dessein, nous avons introduit 100,000 ohms dans la résistance ϱ, et la déviation du galvanomètre (la branche I étant ouverte) fut observée, lorsque, la première fois, le dépolarisateur tourna avec la vitesse 1 (un tour par seconde), l'autre fois, avec la vitesse 2,5. L'influence des extra-courants dépendrait de ce que l'extra-courant de fermeture, que l'on obtient 24 fois à chaque tour de la manivelle, ait le temps de se développer, mais que l'extra-courant d'ouverture, au contraire, n'ait pas l'occasion de se former. Il est évident que par la vitesse 2,5, la somme des courants de fermeture sera à peu près 2,5 fois plus grande que par la vitesse 1. Si les extra-courants n'existaient pas, le résultat serait égal dans les deux cas. A cette expérience (exécutée dans l'ordre a b c) nous obtînmes:

$$\text{Vitesse } 1 \left\{ \begin{array}{lll} \text{a)} & \text{déviation} & 20{,}9 \\ \text{c)} & \quad » & 21{,}2 \end{array} \right\} \text{Moyenne } 21{,}05$$

$$» \quad 2{,}5,\ \text{b)} \qquad » \qquad 21{,}1.$$

Evidemment des résultats peuvent être considérés égaux dans ces deux cas. De sorte que la déviation b étant un peu plus grande que le médium de a et c (puisque, si l'extra-courant avait de l'influence, elle aurait dû être moindre), l'influence des extra-courants peut être complètement négligée. *Cette déduction prouve clairement que les quelques cas pour lesquels nous avons employé la méthode de* M. EDLUND, *ont été parfaitement à l'abri de perturbations sensibles.*

Quant à la méthode principale, employée de préférence à la plupart des mesures, elle est complètement exempte des objections de M. DORN. Car, si la planche du dépolarisateur n'isole pas d'une manière complète, si les extra-courants exercent de l'influence, ou que des phénomènes de charge aient lieu, ces causes d'erreurs (ou plutôt ces extra-courants, car les autres sont nuls dans ce cas-ci comme ci-devant) influent de la même manière, soit que le liquide à résistance X se trouve dans le circuit ll', ou que ϱ en occupe la place. *L'une de ces résistances a remplacé l'autre, et tous les autres* *phénomènes, au-delà de ϱ et de X, se passent dans les deux cas d'une manière parfaitement conforme.*

Il nous reste à examiner, si la polarisation des électrodes dans le tube à résistance X, peut exercer de fâcheuse influence. Il est facile à comprendre que la polarisation (dans ce cas comme toujours lorsque le galvanomètre est employé) aura pour effet que la résistance, calculée d'après les observations, deviendra un peu plus grande qu'elle ne le soit en réalité.

Par la même raison, on comprendra que plus la polarisation sera grande, plus la résistance observée le sera aussi. Or, la polarisation[1]) est à peu près proportionnelle à la quantité d'électricité qui a passé par l'électrode (pourvu que la quantité soit assez petite, ce qui est toujours le cas ici), et cette quantité (dans la même supposition) est proportionnelle au temps[2]) que chaque courant partiel met à parcourir X, c'est à dire, le temps pendant lequel ll' est continuellement fermé. A son tour, ce temps est en proportion inverse avec la vitesse de la manivelle. *Ainsi la grandeur de la polarisation est à peu près en proportion inverse avec la vitesse de rotation de la manivelle. C'est pourquoi, si une mesure de résistance se fait avec deux vitesses de manivelle différentes, et que le résultat pourtant soit le même dans les deux cas, c'est une preuve que la polarisation n'exerce pas d'influence[3]) sensible.* De pareilles expériences ont déjà été faites auparavant par M. DORN (l. c.) avec un résultat satisfaisant. Mais ces expériences n'ayant pas été arrangées en conformité parfaite avec les essais ci-dessous, nous avons fait une mesure, valable pour la combinaison décrite au § 2. Nous avons constaté alors qu'une solution de sel, à trois expériences consécutives, a donné les résultats suivants:

avec une vitesse de	une résistance de
1 tour par seconde	705 ohms.
2,5 tours	706 »
1 tour	706 »

Les différences sont évidemment si petites qu'à peine on les observe, petitesse qui devient encore plus manifeste, quand on réfléchit que ϱ ne pourrait être déterminé de plus près qu'à un ohm.

---

[1]) VARLEY, Phil. Trans. Tome 61 (1871). KOHLRAUSCH, POGG. Ann. Tome 148 (1873) et le tome jubilaire (1874) et BECQUEREL, Comptes Rendus. Tome 22, p. 381 (1846).

[2]) HERWIG, WIED. Ann. Tome 6, p. 317—20 (1878).

[3]) En effet M. KOHLRAUSCH a examiné après cette même méthode, si à ses mesures de résistance la polarisation a pu être négligée.

Il semble qu'il faudra attribuer cette variation insignifiante plutôt à quelque changement de température imperceptible qu'à l'influence de la polarisation.

Une autre circonstance, à laquelle on pourrait attribuer une influence fâcheuse, est que *les lames de métal du dépolarisateur m et m'* (fig. 1) *ne sont pas toutes de la même largeur.* Il est facile d'en voir l'influence. Si l'on se représente chaque deuxième lame coupée par le milieu, par ex. les lames sortant de B, comme cela est indiqué à la fig. 3, alors, si B est le pôle positif, tous les courants de la direction ll' pourront passer, lorsque au contraire tous ceux de la direction opposée seront interrompus, c'est-à-dire, ils ne se développeront pas. Se représente-t-on au contraire, que quelques-unes des lames sortant de B ne soient pas coupées par le milieu, mais que la largeur du côté droit en soit un peu diminuée, tandis que celles, sortant de ϱ, soient normales, alors les courants, traversant le circuit dans la direction ll', seront fermés plus longtemps que ceux qui passent dans la direction $l'l$; ce qui évidemment peut causer des irrégularités. En général, celles-ci seront causées par la construction irrégulière des lames de métal. Les suites d'une pareille irrégularité se montrent, si, dans le circuit ll', au lieu de la colonne de liquide X, on introduit une couple de Daniell et que a s'ouvre (fig, 2). Alors les deux bobines du galvanomètre agissent dans le même sens sur l'aiguille du galvanomètre. Les courants dans chaque partie du circuit, excepté ll', seront renversés chaque fois qu'une nouvelle paire de lames de métal sera en contact avec les ressorts φ et φ'. Si alors le temps de fermeture est de longueur différente pour les deux séries des courants alternatifs qui traversent le galvanomètre en sens contraire, celui-ci donnera une déviation, sinon, il n'y en aura point. *Une épreuve, faite de cette manière, indiqua une grande différence entre l'intensité des deux courants.* On peut aussi imaginer une autre cause de ce phénomène que celle de la construction irrégulière. *Par le déchet du dépolarisateur naissent des inégalités*, qui changent un peu la forme cylindrique primitive de la planche de buis, les parties en buis s'usant plus vite que les lames métalliques par la pression des ressorts de métal φ et φ'. Il s'ensuit que *ces ressorts n'appuient pas continuellement contre la planche, mais sautent* tant soit peu aux inégalités. (Le tremblement, qui en résulte, peut facilement être entendu ou senti, si l'on appuie le doigt contre φ ou φ' en faisant tourner la planche du dépolarisateur avec une vitesse moyenne). Par là, le temps de fermeture diminue pour les deux séries du courant. Si le déchet est irrégulier, un effet analogue se manifestera nécessairement comme par la largeur inégale des lames de métal. Que dans le cas actuel, il faut en chercher la cause dans le déchet irrégulier, est facile à comprendre, puisque, si *ledit tremblement était diminué par l'application de la main aux ressorts φ et φ', la déviation dans l'expérience mentionnée diminua jusqu'à un tiers de la valeur, obtenue lorsque les ressorts étaient libres.* De même la déviation augmenta, lorsque la tension des ressorts[1]) φ et φ' fut diminuée.

En revenant à l'arrangement primitif, on comprendra aisément qu'une pareille inégalité des courants alternatifs dans la partie *ll'* peut occasionner des inégalités dans la polarisation des électrodes du liquide examiné, d'où pourrait résulter de l'inexactitude dans les mesures de résistance, les observations donnant des valeurs plus élevées que la réalité. C'est pourquoi nous avons essayé de certifier que cette inexactitude ne soit que d'une importance insignifiante. A ce dessein, nous avons, dans des circonstances défavorables (les ressorts φ et φ' appuyant légèrement), déterminé la même résistance, d'abord en appuyant la main fortement contre les ressorts, et puis, la deuxième fois, en laissant les ressorts intacts. (Evidemment cette expérience correspond parfaitement avec celle sur l'influence de la polarisation, mentionnée aux pages précédentes). Nous avons obtenu les résultats ci-dessous:

la main reposant sur les ressorts,	la	résistance	704	ohms
les ressorts étant libres	»	»	705	»

---

[1]) Par cette cause, c'est nécessaire qu'aux expériences, les ressorts φ et φ' ne reposent pas trop légèrement contre la planche de buis. Si, au contraire, ils appuient trop fort, le déchet devient plus considérable, et la planche du dépolarisateur perd sa forme cylindrique. Un des points les plus difficiles aux épreuves avec le dépolarisateur, est de trouver la tension voulue des ressorts φ et φ'.

Une autre fois dans des circonstances encore plus défavorables, nous avons obtenu:

la main reposant sur les ressorts,	la	résistance	726	ohms
les ressorts étant libres	»	»	727	»
la main reposant sur les ressorts	»	»	726	»
les ressorts étant libres	»	»	727	»

Ainsi, ces expériences prouvent que les résistances, déterminées de cette manière, ne présentent qu'une variation insignifiante, la cause d'erreurs étant environ trois fois plus grande dans ces cas-ci que dans ceux-là. De là, la conclusion, que, puisque la cause d'erreurs en général s'est trouvée au même degré que lorsque aux expériences ci-dessus, la main appuyait contre les ressorts, on puisse négliger l'influence de l'irrégularité mentionnée. Pour des résistances plus considérables, ces mêmes deux causes d'erreurs ont encore moins d'importance, la polarisation causée par chaque courant alternatif étant en proportion inverse avec la résistance (voir ci-dessus); d'où suit qu'une augmentation de la résistance (si la force électromotrice est tenue constante) correspond parfaitement avec une vitesse de rotation proportionnellement agrandie de la planche du dépolarisateur.

Il y a aussi une autre propriété chez le dépolarisateur qui mérite d'être citée. C'est qu'il arrive souvent aux expériences que *le soi-disant »facteur*[1]) *du dépolarisateur» s'altère.* Cette altération dépend en grande partie de ce que les ressorts f et f' ne se trouvent pas en contact perpétuel avec les axes, mais que ce contact s'altère peu à peu, de l'une part par de l'huile qui des coussinets voisins grimpe sur les axes, de l'autre part par l'oxydation des ressorts et des axes (ce dernier changement se fait moins vite, observation qui regarde les ressorts φ et φ' aussi, quoiqu'à un degré moindre). C'est pourquoi, il faut de temps à autre nettoyer les parties du dépolarisateur qui se touchent, avant tout les axes (avec de la poudre d'émeri ou d'une autre manière), pour atteindre le but désiré. De même, c'est nécessaire de faire les expériences de telle manière que, immédiatement après qu'on a trouvé R, faisant l'équilibre à la résistance dans X, ϱ, dont on a trouvé auparavant la grandeur approximative par le tâtonnement, est intercalé dans ll' au lieu de X et rapidement changé, jusqu'à ce que le galvanomètre ne donne plus de déviation; alors un renversement du gyrotrope montre que X continue à faire l'équilibre à R. En cas de mauvaise réussite, il faut renouveler les essais jusqu'à ce qu'ils soient couronnés de succès, ce qui arrivera bientôt avec un peu de routine.

---

[1]) Selon M. Dorn, le facteur du dépolarisateur est le rapport entre le temps pendant lequel la branche *II* est fermée durant un tour de rotation du dépolarisateur, et tout le temps d'un tour de rotation. (Wied. Ann. Tome 9, p. 530).

Au § 2 est dit que la planche du dépolarisateur fait des rotations de vitesse constante en mesure avec le tic-tac d'un métronome. Si l'on néglige cette précaution, l'influence des extra-courants diffèrera d'une mesure à l'autre. Dans ce cas, on ne pourrait pas prétendre $X = \varrho$.

La polarisation des électrodes dans X ne s'efface jamais complètement; il y a toujours quelque différence entre elles. Pour diminuer autant que possible cette inégalité, on a fait l'arrangement que, lorsque ϱ se trouve dans le circuit ll', où il se trouve toujours dans les intervalles de deux observations, X est fermé en lui-même moyennant un court circuit de métal, ce qui se laisse facilement faire à l'aide du gyrotrope.

Nous croyons avoir démontré, par ce qui précède, que *des mesures de résistance se fassent par la méthode en question avec la même exactitude que par toutes les autres méthodes connues.* La meilleure est, sans contredit, celle moyennant le dynamomètre (ou téléphone) imaginée par MM. KOHLRAUSCH et NIPPOLDT[1]) à laquelle M. KOHLRAUSCH lui-même n'attribue pas plus d'un pour cent d'exactitude[2]), bien que, selon toute probabilité, elle en ait de plus grand. A peu près le même degré d'exactitude semble naturel à la méthode décrite ci-dessus, vu la grande similitude qui règne entre elles. Dans les deux cas, une méthode de zéro a été employée; la première fois, le pont de WHEATSTONE, la deuxième fois, le galvanomètre différentiel; de même, des courants alternatifs de courte durée et à peu près de la même intensité totale sont caractéristiques pour toutes les deux. Certes, le nombre des courants alternatifs par seconde est au premier cas six fois aussi grand environ qu'au dernier; mais cette différence a été plus que compensée¹) par les grandes résistances qui ont lieu dans ce cas-ci.

---

[1]) KOHLRAUSCH et NIPPOLDT. POGG. Ann. Tome 138, p. 280 et 370 (1869), 154, p. 2 (1875), 159, p. 235 (1876). WIED. Ann. Tome 11, p. 653 (1881).

[2]) KOHLRAUSCH, WIED. Ann. Tome 6, p. 7 (1879).

§ 4. Avantages de la méthode.

Après avoir essayé de prouver, au § précédent, que, pour l'exactitude, la méthode décrite ne soit pas inférieure à aucune des autres, il nous reste à faire valoir les propriétés qui la rendent supérieure (au moins pour de grandes résistances) aux anciennes. D'abord, dans cette méthode, on se sert du *galvanomètre*, le plus sensible et le plus facile à manier de tous les instruments galvaniques. C'est pourquoi, M. KOHLRAUSCH ayant proposé des mesures de grandes résistances (eau de pluie) aux observations météorologiques, cette méthode-ci doit être préférable (hormis les raisons exposées ci-dessous), parce qu'il faut une attention plus assidue et beaucoup plus de routine pour obtenir des résultats justes avec le dynamomètre (le téléphone n'est pas aussi sensible) qu'avec le galvanomètre. Puis, les instruments nécessaires pour la méthode que nous venons de décrire, sont plus *faciles à se procurer* que ceux employés pour la méthode de M. KOHLRAUSCH. Car, contre son assertion que sa méthode puisse se réaliser à chaque institution de physique, parle la déclaration²) de M. DORN: »Les instruments de l'institution de physique ici ne suffirent pas pour l'emploi de la méthode de M. KOHLRAUSCH». C'est pourquoi, M. DORN s'est procuré un dépolarisateur, qui est facile à construire et non pas trop couteux. De même, M. R. LENZ³) dit: »Les résistances des solutions ne pouvaient pas être mesurées avec des courants alternatifs, selon la méthode de M. KOHLRAUSCH, à défaut d'instruments convenables.» Puisque, sans aucun doute, des mesures de résistance se feront, à l'avenir, sur une plus grande échelle que jusqu'à maintenant, la méthode décrite ci-dessus pourra être recommandée comme relativement facile à réaliser. Ensuite, le dynamomètre, en conséquence de la particularité que les déviations en sont proportionnelles avec le carré de l'intensité du courant, est moins convenable pour mesu-

---

¹) Selon ce qui a été prouvé ci-dessus.
²) DORN, WIED. Ann. Tome 9, p. 530 (1880).
³) LENZ, POGG. Ann. Tome 160, p. 426 (1877).

rer des courants très faibles[1]), (ou ce qui revient au même, de fort grandes résistances). Certainement, on peut se figurer que, par l'emploi de machines d'induction, les résistances même de très grandes puissent se mesurer, mais en ce cas, le dynamomètre court constamment le risque d'être gâté, si, par un contact ou une imprudence quelconque, tout le courant viendrait à passer par lui avant d'avoir traversé les grandes résistances. Cela a été constaté à l'ouvrage récent de M. LENZ[2]), où il fait observer que »*des résistances aussi grandes que 10,000 unités de Siemens, ne peuvent pas être mesurées avec de l'exactitude par la méthode de* M. KOHLRAUSCH». Pour mesurer la résistance spécifique des liquides qui en ont de grande, il lui fallut placer de fort grands électrodes à peu de distance les unes des autres; mais en ce cas, le moindre déplacement cause de grosses erreurs, ce qui parfois est impossible à éviter. Par la méthode, décrite ici, on parvient à mesurer, avec une *exactitude suffisante, des résistances de 100,000 ohms* sans employer plus de deux couples de Daniell comme générateurs du courant. Si on désire mesurer des résistances encore plus grandes avec la même exactitude, on n'a qu'a augmenter la force électromotrice[3]) de la source d'électricité en proportion avec la résistance, lorsque évidemment les déviations du galvanomètre conserveront leur grandeur et leur sensibilité. La polarisation qui nait sur les électrodes par suite des courants alternatifs, se maintient évidemment inaltérable (voir § 3) en ce cas, et, comme elle est la cause d'erreurs essentielle, la méthode causera, dans tous les deux cas, à peu près la même erreur probable (un pour cent) de la valeur de la résistance. Par le précédent est prouvé que, *sans de grands changements, la méthode peut servir à mesurer des résistances de liquide d'une grandeur quelconque*, ce qui est un avantage important sur les méthodes anciennes, surtout comme les autres solutions ont une résistance, de beaucoup plus grande que les solutions en eau. De sorte, que cette méthode est fort convenable pour mesurer les grandes résistances. Veut-on examiner des liquides d'une petite résistance spécifique, il est facile de rendre la résistance absolue de la colonne liquide grande, en transportant le liquide dans des tubes étroits, même capillaires. Donc, la méthode est d'une utilité générale.

---

[1]) Voir KOHLRAUSCH et NIPPOLDT. POGG. Ann. 138, p. 370 (1869).

[2]) LENZ, Ueber das galvanische Leitungsvermögen alcoholischer Lösungen. Mém. de l'Acad. Imp. des Sciences de St. Pétersbourg VIII:e Série, Tomé 30, N:o 9 (1882). Les citations se retrouvent p. 15, 19, 20 et 29.

[3]) A quoi quelques couples de Daniell suffisent.

§ 5. Vaisseaux à résistance.

Les vaisseaux à résistance, dont nous nous sommes servis, ont été d'un modèle comparativement simple et d'une grande utilité. Le vaisseau même se compose d'un tube en verre, ayant la forme d'une éprouvette ordinaire, mais en verre épais, haute de 150 mm. à peu près, et le diamètre de 25 mm. environ. Les électrodes *A* et *B*, qui occupaient presque toute la section du tube, étaient des lames de platine épaisses (de $^2/_7$ mm.) et platinées. L'électrode inférieure *A* était en son milieu rivée à un gros fil de platine *t*, inséré dans un tube de verre *r* étroit (au centre du vaisseau à résistance), qui traversait en son milieu le bouchon cônique *D* (en liège ou en cautchouc), fermant le vaisseau à résistance à son extrêmité supérieure. Entre l'électrode *A* et le tube de verre était introduite une petite plaque en caoutchouc *k*, destinée à fermer hermétiquement le vaisseau *r* en bas. Le fil *t* était, en haut à *f*, fortement attaché au tube *r*, solidement fixé au bouchon *D*. L'électrode supérieure *B* se composait d'une plaque de platine platinée, pareille à celle de *A*, et percée au milieu pour faire passer le tube *r*. Moyennant deux gros fils de platine, rivés à la plaque *B*, celle-ci est, au point *c*, attachée au tube *r*. L'un de ces fils traverse le bouchon *D* et forme avec *t* les bornes, par lesquelles les courants alternatifs sont introduits dans un liquide, supposé de remplir le vaisseau à résistance jusqu'à un point situé quelque part au-dessus de *B*. (Pour cela, il fallait près de 30 à 40 cc.) Les électrodes *A* et *B*, auxquelles sont fixés les fils de platine, le tube *r* et le bouchon *D*, forment ensemble un système fort solidément lié.

Si ce »système interne» est introduit dans le vaisseau à résistance presque cylindrique, alors le système s'arrête toujours au même point (déterminé par la position du bouchon *D*) dans la colonne liquide, conductrice d'électricité, qui ainsi, d'une expérience à une autre, présente *précisément les mêmes dimensions.*

Afin d'obtenir une température constante et déterminée de la masse liquide examinée, elle fut échauffée, de la manière indiquée ci-dessous, à peu près jusqu'à cette température, puis, elle fut plongée (avec le vaisseau à résistance) dans un grand bain-marie de la température voulue, notée à l'aide d'un thermomètre gradué par dixièmes de degrés centigrades. Il est clair que, dans un espace de temps relativement court, la température du liquide examiné peut, sans erreur sensible, être supposée égale à celle du bain-marie.

Les avantages de cet arrangement sont:

1:o. Les différentes parties du vaisseau à résistance sont *très faciles à nettoyer*. Si on fait sortir le système interne, on peut laver fort soigneusement le vaisseau à résistance et l'essuyer parfaitement, sans perte de temps notable. De même, on peut laver le système interne et l'essuyer à l'aide de papier joseph. A nos travaux, cette précaution a été indispensable, parce que la moindre impureté aurait causé de grandes altérations, la quantité de la substance diluée ne s'élevant parfois qu'à 0,1 milligrammes.

2:o. *On peut facilement donner au liquide une température quelconque*, en le plaçant au-dessus d'une lampe, ou en le tenant entre les mains. Par là, on gagne du temps, et l'exactitude des observations augmente.

3:o. *Les diverses couches du fluide, contenu dans le tube, peuvent sans peine être entremêlées.* La nécessité de cette opération sera traitée plus loin.

4:o. *Les deux fils t et u permettent d'accrocher directement le vaisseau sur le fléau d'une balance*, ce qui vous le rend possible de déterminer sans peine les quantités du liquide renfermé dans le tube. Sans ces deux dernières propriétés, il nous aurait été presque impossible de faire les expériences, relatées ci-dessous.

5:o. La forme même du vaisseau à résistance le rend sous tous les rapports *fort maniable, en même temps qu'elle offre un maximum de solidité.*

CHAPITRE II.

Résultats des observations.

§ 6. Marche d'une série d'observations.

Le but d'une série d'observations est d'examiner la conductibilité de plusieurs dilutions différentes d'un même sel (préparation). En cette vue, on procède ainsi: D'abord, on pèse (si c'est possible) une quantité déterminée de la préparation, que l'on verse ensuite dans le vaisseau à résistance. Puis on y ajoute environ 35 cc. d'eau distillée et pèse le vaisseau à résistance avec son contenu, par quel moyen on arrive à connaître le poids de l'eau, et conséquemment la concentration. Puis on accélère la solution de la préparation en elevant et abaissant plusieurs fois le système interne dans le vaisseau à résistance, et ensuite, on fait remuer le liquide de la même manière. (Au premier essai nous crûmes ce remuage suffire.) La résistance de la colonne liquide, placée entre les électrodes, fut ensuite determinée de la manière, décrite ci-dessus. Pour effectuer un nouveau degré de concentration de la solution saline, on en répandit une certaine quantité et pesa le reste. Ensuite on y ajouta de l'eau distillée et pesa de nouveau le tube à résistance avec son contenu. Le rapport entre le poids du liquide dans ce dernier cas et celui du premier indique la mesure de la dilution pour chaque cas spécial. Le remuage se renouvela comme auparavant, puis une nouvelle mesure de résistance s'obtint. Cette opération fut répétée, jusqu'à ce que l'on arriva à des dilutions si considérables que la teneur en sel du liquide se rapprochait à celle de l'eau distillée, lorsque l'opération fut interrompue, à cause de la difficulté d'éviter, dans de pareilles circonstances, l'influence d'impuretés fortuites, presque toujours inévitables malgré les précautions ordinaires.

La première mesure, faite ainsi (d'une solution de $NaCl$), fut déterminée d'après la méthode, mentionnée au § 4. Les nombres, obtenus alors, étaient fort irréguliers, ce qui nous fit penser que la manière d'opérer avait été vicieuse. *Ce vice ne pouvait guère provenir que d'un remuage défectueux.* Car, si, après un essai préalable, on retient une certaine quantité du liquide, elle siégera au fond du vaisseau à résistance, tandis que l'eau distillée, qui y est ajoutée, se tiendra dans les parties supérieures. Ainsi, l'inégalité de la teneur en sel du liquide examiné, qui toujours cause une augmentation de la résistance, ne serait pas effacée par le remuage rapporté ci-dessus. Pour effectuer un remuage aussi rapidement et aussi soigneusement que possible, nous avons eu recours à *la méthode suivante.* Une pipette ordinaire, contenant 5 cc., fut, durant le remuage, conduite en toute hâte au fond du vaisseau à résistance, où elle se remplit du liquide des couches en bas, plus riches en sel, puis, avec la même rapidité, elle fut ramenée à la surface du liquide, et le contenu versé dans les couches supérieures, plus pauvres en sel. Cette opération se renouvela 20 fois environ, lorsque nous jugeâmes le liquide suffisamment mêlé. Le mélange s'était effectué, pour ainsi dire, en *ligne verticale*, lorsque au contraire un remuage avec une baguette en verre, à la manière ordinaire, agit plutôt en *ligne horizontale*, ce qui naturellement ne peut pas être aussi efficace par ce que les couches supérieures, bien que remuées après cette dernière méthode, resteront de nécessité relativement pauvres en sel.

Après l'emploi de la méthode de remuage, décrite ci-dessus, les nombres calculés ont montré une régularité remarquable. La pipette en usage est lavée avec de l'eau distillée et séchée après chaque emploi.

§ 7. **Facteurs de réduction et une mesure absolue.**

Les deux plaques d'électrodes dans un des vaisseaux à résistance, décrits ci-dessus, étaient à une distance de 46,9 mm. l'une de l'autre. Le diamètre de la plaque d'électrode supérieure était 25,1 mm., et celui de la plaque inférieure 24,6 mm.

Le tube de verre r central avait un diamètre de 5,8 mm. La plaque en caoutchouc avait un diamètre de 9 mm. et une épaisseur de 2 mm. Une colonne de mercure qui remplirait l'espace entre les électrodes, offrirait conséquemment une résistance d'environ 0,0001028 unités de Siemens. Un autre vaisseau à résistance donna un nombre correspondant de 0,0000966 unités de Siemens environ. Les mesures mentionnées ci-dessous, sont (à moins d'observation contraire) faites avec ce vaisseau à résistance. 1 ohm (l'unité de l'Association Britannique) étant égal à 1,047 unités de Siemens, *la résistance spécifique* (s) de la solution (lorsqu'on a pris pour unité celle du mercure et que w est *la résistance observée* en ohms): est

$$s = \frac{w\ 1{,}047}{0{,}0000966} \qquad (1),$$

et *la conductibilité spécifique* (k) est

$$k = \frac{0{,}966}{1{,}047}\ l.\ 10^8 \qquad (2),$$

où l est *la conductibilité observée*, qui a été *posée = 1, lorsque la colonne de liquide, dans le tube à résistance, présente une résistance de 10,000 ohms.*

La *conductibilité moléculaire* (λ), introduite par M. KOHLRAUSCH, s'obtient aussi des nombres ci-dessus en posant

$$\lambda = k\,\frac{\nu\,A}{P\,\sigma} \qquad (3),$$

où σ *est le poids spécifique* de la solution (ici toujours supposé = 1 à cause de la dilution considérable), A *le nombre équivalent* de la préparation dissoute et $\frac{P}{\nu}$ *exprime le nombre de grammes dissous dans 1 litre du liquide examiné.* $\frac{P}{\nu\,A}$ *est nommé le nombre moléculaire* de la solution.

Pour mettre à l'épreuve la valeur de la méthode nous avons fait une expérience avec une solution de $Na\,Cl$ contenant 0,0437 grammes de $Na\,Cl$ dans 40,88 gr. H_2O. Nous nous servîmes du premier des vaisseaux à résistance ci-dessus. Ainsi le nombre moléculaire de ladite solution $\left(\frac{P}{\nu\,A}\right)$ est (quand $A = 58{,}5$) $\frac{1}{54{,}9}$. Par ces nombres et la résistance observée 589 ohms à 16° C., on calcule selon les formules (2) et (3) λ pour 18° être $\lambda = 955 . \overline{10}^8$. (Le coëfficient de la température a été égalé à celui déterminé par M. KOHLRAUSCH). Pour une solution de $Na\,Cl$, dont le nombre moléculaire est 0,5, M. KOHLRAUSCH[1]) a trouvé $\lambda = 760 . \overline{10}^8$. Par les tableaux de M. LENZ[2]), on voit que les conductibilités moléculaires dans ces deux cas doivent avoir un rapport de 29,51 : 23,7 = 1,247 : 1. En réalité, ces deux nombres sont 1,257 : 1; une conformité avec le nombre précédent, qui est parfaitement satisfaisante, surtout si l'on sait que le nombre 1,247 est trouvé par une extrapolation légère, et que le nombre 1,257 est fondé sur les mesures, citées ci-dessus, de la surface et de la distance des électrodes. Donc il nous semble que la *valeur de la méthode a été prouvée par cette expérience.*

§ 8. **Eau distillée, employée aux expériences.**

D'abord, nous avons employé une eau qui, à juger de sa résistance insignifiante, semble avoir contenu une quantité relativement grande de sels dissous, puisqu'elle ne présenta qu'une résistance de 20,000 ohms. Ensuite nous nous sommes procuré une eau beaucoup plus pure de la pharmacie d'instruction Nordstjernan. Cette eau ne donna d'abord qu'une résistance de 190,000 ohms, *résistance qui augmentait tant par la suite* qu'après avoir été conservée quatre jours dans un vaisseau de verre fermé, d'un volume de 7 litres environ, elle se porta jusqu'à plus de 200,000 ohms. Au bout d'une semaine et demie, la résistance s'éleva jusqu'à 260,000 ohms, valeur qu'elle retenait ensuite sans s'en beaucoup écarter. Comparée à la première eau distillée, celle-ci a dû être au moins 13 fois plus pure (voir § 15), ce qui montre à quel degré les eaux distillées peuvent être inégales. Si, d'après la formule (2) du § précédent, on calcule la conductibilité spécifique de la dernière eau, on la trouve être $3{,}51 . \overline{10}^{10}$, en conséquence considérablement plus grande que celle ($0{,}72 . \overline{10}^{10}$) de l'eau distillée la plus pure, préparée par M.

---

[1]) KOHLRAUSCH, Wied. Ann. 6 (1879).

[2]) R. LENZ. Mémoires de l'Ac. Imp. d. Sc. de St. Pétersbourg. Série 7, Tome 26, N:o 3 (1878).

KOLHRAUSCH[1]) et conséquemment renfermant une certaine quantité d'hydrate ou de sel. C'est singulier que pendant le temps de la conservation, la résistance a augmenté, lorsque les auteurs se plaignent presque toujours du cas contraire, circonstance qu'ils attribuent à une dissolution continue des parties en verre des parois du vaisseau à conservation. Il est difficile d'expliquer le phénomène que nous venons de rapporter, à moins de supposer que la faible végétation d'algues au fond du vaisseau à conservation n'ait absorbé les particules salines de l'eau les plus proches. (L'eau servant aux expériences a toujours été prise à la surface moyennant une pipette). Cette supposition est corroborée jusqu'à un certain point, de ce que l'eau commençant à manquer, il fallait en puiser du fond du vaisseau, lorsque la résistance diminua considérablement (jusqu'à 100,000 ohms). Ensuite, on procura une nouvelle portion d'eau distillée, ayant à peu près les mêmes propriétés que celle-là. *Toutes les séries suivantes ont été faites avec de l'eau distillée de la dernière espèce*, à l'exception de quelques-unes (dont mention sera faite), qui ont été exécutées avec de l'eau distillée d'une résistance de 20,000 ohms.

A cause de la discussion suivante (voir § 17) sur la valeur des nombres obtenus aux expériences, il sera nécessaire de se rendre compte de la nature des sels, qui peuvent exister dans l'eau distillée. Les sels, causant des impuretés, peuvent être classés en deux groupes principaux: 1:o ceux contenus dans les particules d'eau qui, *en forme de gouttes*, passent de la cornue au récipient, 2:o les sels, qui à la distillation ont été de fait *transformés en gaz et transportés* ensemble avec la vapeur de l'eau. Quant aux sels du premier groupe, on n'a pas de raison d'en soupçonner la présence à un degré considérable dans l'eau mentionnée ci-dessus. Elle s'était distillée d'un grand alambic à col de rétorte relativement étroit, ce qui a causé les gouttes, par des raisons faciles à comprendre, à retomber pour la plupart, soit dans l'alambic même ou sur les parois, de sorte q'une fraction fort minime est arrivée au récipient[2]).

---

[1]) KOHLRAUSCH: Berichte der Akad. der Wissenschaften zu München 1875. 3. math. phys. Classe, p. 287.

[2]) Comparer WURTZ: Dictionnaire de Chimie pure et appliquée art. Distillation (1872).

Quant aux sels du deuxième groupe, on ne saurait les écarter du récipient par des moyens mécaniques.

Selon M. BERTHELOT[1]), si l'un (ou tous les deux) produit de décomposition d'un sel dissous, dissocié par l'eau, est volatil, ou peut l'éloigner par la distillation. Cette observation s'applique spécialement aux sels ammoniacaux. Cependant, pour faire distiller une partie tant soit peu considérable du sel, il faut que les deux produits de décomposition soient volatils, car si l'un d'eux reste dans la cornue, il empêche, par des relations bien connues, une décomposition continue du sel en question, ce qui limite le procédé (plus le sel est stable à l'égard de l'eau, plus vite ce procédé s'effectuera). Puis, des sels volatils peuvent s'évaporer avec l'eau. Ainsi on peut supposer, comme cause principale d'impureté chez de l'eau distillée, les sels, dont les produits de décomposition (acide ou base) par la présence de l'eau sont volatils, ou qui le sont eux-mêmes sans être décomposés. Parmi les sels inhérents à l'eau ordinaire (la matière brute pour la fabrication de l'eau distillée), ces deux caractères ne se présentent que chez les sels ammoniacaux; le dernier seul chez l'azotate, le carbonate et le chlorure d'ammoniaque. *Surtout, le sel* AzH_4AzO_3 *est distillable*[2]) *(volatile).* Voilà la raison de le supposer exister à un degré rélativement considérable dans l'eau distillée. *Le carbonate doit aussi se trouver en plus grande quantité dans de l'eau distillée que les autres sels ammoniacaux (excepté peut-être l'azotate),* en raison de sa propriété d'être décomposé à un degré plus haut que les autres sels.

§ 9. Calcul des données observées aux expériences.

Après que, par des expériences, on a trouvé la résistance d'une certaine solution être w ohms, et la résistance du dissolvant être $\tilde{\omega}$ ohms à la même température, on calcule la conductibilité (en une unité arbitraire, que l'on peut réduire selon § 7) selon la formule

$$l = \frac{10000}{w} - \frac{10000}{\tilde{\omega}} \qquad (4).$$

Ici les résistances sont toujours déterminées dans le même vaisseau à résistance (voir § 7), c'est pourquoi elles sont parfaitement comparables. Afin d'élimimer, autant que possible, l'inexactitude (insignifiante) de la conductibilité, que l'on peut supposer provenir par le remuage, décrit au § 6, $\tilde{\omega}$ a été déterminé comme la résistance de l'eau distillée, après que l'eau a été remuée de la même manière que les solutions examinées.

---

[1]) BERTHELOT: Essai de mécanique chimique II, p. 219 (1879).

[2]) BERTHELOT: l. c.

Les raisons pour ce mode de calculer l sont:

1:o. Dans la proposition 3 (§ 15), basée sur des recherches indépendantes des observations ci-dessous, *il a été prouvé: que »la conductibilité d'une solution de sel diluée* (ci-dessus $\frac{10000}{\omega}$) *est égale à la somme de la conductibilité du sel dissous* (ci-dessus l) *et de la conductibilité du dissolvant»* (dans la formule (4) égale à $\frac{10000}{\tilde{\omega}}$).

2:o. Quelques séries sur de solutions d'un même sel ont été faites avec des *eaux distillées de pureté différente* (c'est-à-dire où $\tilde{\omega}$, pour l'une des eaux, est 0,5, pour l'autre, 0,04 environ). *Les valeurs qui en ont été calculées (selon la formule 4), correspondent bien les unes avec les autres.*

3:o. *La régularité des séries des solutions salines, calculées ainsi* (selon la formule 4), est une vérification (à posteriori) de la justesse de la formule (voir les tableaux A et B § 11).

Le tableau A a été calculé de la manière décrite. Il montre que lorsque une solution saline est diluée dans une certaine relation, la conductibilité diminue (ou la résistance augmente) dans une certaine autre relation. Pour rendre ces nombres comparables les uns aux autres (dans les séries diverses), une récalculation à été faite par laquelle *toutes les dilutions sont réduites à la proportion de 1 : 2.* Ce calcul se fait de la manière suivante. Si $1:u$ est la proportion entre les dilutions de deux solutions du même sel, examinées consécutivement, (c'est-à-dire, l'une des solutions est u fois plus diluée que l'autre), la proportion entre les résistances est, selon le tableau A, dans les deux cas $= 1:m$ (c'est-à-dire, l'une des solutions a une conductibilité m fois moindre que celle de l'autre).

Si ensuite $1:x$ est la proportion entre la résistance de deux solutions, quand les dilutions sont en proportion de $1:2$, la relation suivante aura lieu. Si la dilution est $= 1:2^r$ le rapport des résistances (si le procédé s'effectue d'une manière égale dans toute son étendue) doit être $1:x^r$. En conséquence, nous avons:

$$1:2^{\nu} = 1:u \text{ et } 1:x^{\nu} = 1:m$$

ce qui donne lieu au calcul des x par la formule suivante:

$$\log\log x = \log\log m - \log\log u + \log\log 2. \qquad (5.)$$

Les x calculés d'après cette formule, qui, selon ce qui vient d'être dit, *signifient la proportion, dans laquelle la conductibilité d'une solution de sel diminue lorsqu'elle est diluée avec de l'eau à son volume double*, sont exposés au tableau B (§ 11).

Quant aux acides, aux bases et aux sels instables, la proposition 3 (§ 15) n'est pas applicable, en conséquence ni la formule (4) non plus (voir §§ 17 et 19). Cependant, pour pouvoir tirer quelques conclusions des valeurs observées, afin de faire des comparaisons entre les relations de ces corps et celles des sels proprement dits, ces valeurs aussi ont été calculées selon les formules (4) et (5) ci-dessus, et les nombres qui en ont résulté se retrouvent aussi aux tableaux A et B.

§ 10. **Corps examinés.**

Toutes les préparations qui ont servi aux expériences en question, ont été fournies par la pharmacie d'instruction Nordstjernan à Stockholm. Ainsi, elles ne peuvent pas prétendre à une pureté absolue. Mais dans ce cas-ci, une petite quantité d'impuretés ne saurait exercer une influence aussi grande et nuisible que lorsqu'il s'agit d'examiner la résistance des métaux. Car, selon la proposition 2 (§ 15), basée sur les recherches de M. Hittorf, la somme des conductibilités de deux sels dans une même solution (chaque sel étant pris à part) est égale à la conductibilité de la solution des sels mêlés. Ainsi, si une préparation se compose de 99 % d'un sel et de 1 % d'un autre, la solution diluée possédera, sous le rapport de la conductibilité galvanique, des *propriétés, qui, pour ainsi dire, sont composées de 99 % des propriétés de la solution du sel premier, et 1 % de celles de la solution du sel dernier*. Les propriétés des divers sels ne diffèrent pas sous ce rapport que d'une manière assez médiocre les unes des autres, c'est pourquoi les impuretés fortuites n'exercent pas une influence assez considérable pour qu'on ne puisse juger *les nombers calculés approximativement justes*. Ce qui est confirmé par la régularité avec laquelle les solutions de préparations analogues se groupent entre elles (voir §§ 12—14).

Les préparations, que nous avons examinées, sont résumées au tableau ci-joint.

	OH	Cl	Br	I	Fl	AzO_3	ClO_3	CH_3COO	CAz	SCAz	$^1/_2SO_4$	$^1/_2CO_3$	$^1/_3PO_4$	$^1/_2B_4O_7$	$^1/_2SiO_3$
H	1	1	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	1	1	—
K	1	—	1	1	—	1	1	—	1	1	—	1	—	—	—
Na	1	1	1	1	1	—	—	1	—	—	1	1	1	1	1
AzH_4	1	1	—	1	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—
Ag	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$^1/_2Ca$	1	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$^1/_2Ba$	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$^1/_2Mg$	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$^1/_2Zn$	—	1	—	—	—	1	—	1	—	—	1	—	—	—	—
$^1/_2Cu$	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—
$^1/_2KH$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—
$^1/_3NaH_2$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
$^1/_3NaH_4Az$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—

En conséquence, ils sont, en tout, 47 de nombre. Les préparations rapportées aux formules AzH_4OH, $H^1/_2(B_4O_7)$ et $Na^1/_2(SiO_3)$ sont l'ammoniaque, l'acide borique et le silicate de sodium, qui, en effet, n'ont pas ces formules, mais y ont été rapportés pour diminuer les dimensions du tableau.

§ 11. **Mesures relatives.**

Au tableau *A* sont réunies les séries d'observations, ainsi que les nombres calculés selon la formule (4). La première colonne du tableau contient les résistances observées, la deuxième la température, la troisième la proportion entre les dilutions de deux solutions consécutives de la même préparation. La quatrième fait voir les rapports correspondants entre les résistances de deux solutions consécutives (les valeurs inverses des conductibilités *l* calculées après la formule (4), réduites à la même température, au moyen de coëfficients de température énoncés plus loin (§ 14). Où ceux-là ont manqué, les nombres correspondants ont été tirés des travaux de M. Kohlrausch).

En général, les différences de température ont été si insignifiantes que le même coëfficient de température a pu servir, sans erreur visible, à plusieurs solutions, surtout comme le coëfficient de température varie fort peu avec la dilution (quand celle-ci a atteint un certain degré.)

Quelques séries correspondantes, où la dilution s'est faite moins rapidement, sont mentionnées au tableau *A'*.

Tab. A. *Les variations simultanées de la dilution et de la conductibilité.*

Résistance observée.	Temp. °C.	Rapport	
		des dilutions.	des résist.
Acides.			
Acide chlorhydrique HCl.			
865 ohms.	17,1	1 : 5,82	1 : 5,89
5,200 »	15,1	1 : 8,47	1 : 11,19
45,500 »	15,2		
Acide azotique $HAzO_3$.			
399 ohms.	16,45	1 : 10,14	1 : 10,46
4,095 »	16,25	1 : 8,36	1 : 10,80
36,100 »	16,8		
Acide sulfurique H_2SO_4.			
a) 328 ohms.	16,9	1 : 6,98	1 : 6,39
2,030 »	18,4	1 : 7,44	1 : 7,87
17,160 »	11,7		
b) 456 »	15,0	1 : 9,84	1 : 8,84
3,974 »	16,1	1 : 13,16	1 : 17,35
51,200 »	16,2		
Acide phosphorique HPO_3[1]).			
1,892 ohms.	11,18	1 : 7,61	1 : 6,73
11,900 »	13,15	1 : 4,00	1 : 4,90
50,950 »	10,1		
Bases.			
Soude caustique $NaOH$.			
302 ohms.	18,35	1 : 6,82	1 : 8,63
2,010 »	29,6	1 : 13,91	1 : 20,2
32,900 »	28,2		
Potasse caustique KOH.			
82 ohms.	15,1	1 : 5,26	1 : 5,19
423 »	15,3	1 : 9,74	1 : 13,86
5,700 »	15,6	1 : 5,81	1 : 7,83
38,300 »	15,7	1 : 5,68	1 : 5,76
124,000* »	15,7		

---

[1]) Préparé par solution d'acide phosphorique anhydre.

Eau de chaux $Ca(OH)_2$.

Résistance observée.	Temp. °C.	Rapport des dilutions.	Rapport des résist.
195 ohms.	16,6	1 : 3,89	1 : 3,77
729 »	16,8	1 : 5,41	1 : 8,01
5,690 »	16,9	1 : 5,80	1 : 7,80
37,500 »	17,1		

Hydrate de baryte $Ba(OH)_2$[1]).

Résistance observée.	Temp. °C.	Rapport des dilutions.	Rapport des résist.
660 ohms.	16,8	1 : 2,01	1 : 1,99
1,280 »	16,5	1 : 2,01	1 : 2,06
2,450 »	16,9		
5,830 »	17,0	1 : 2,03	1 : 2,62
10,400 »	16,7	1 : 2,04	1 : 2,30
14,300 »	16,7		

Sels acides.

Sulfate acide de potasse $KHSO_4$.

Résistance observée.	Temp. °C.	Rapport des dilutions.	Rapport des résist.
148 ohms.	16,2	1 : 12,99	1 : 9,56
1,401 »	16,6	1 : 4,73	1 : 4,66
6,310 »	17,2	1 : 7,50	1 : 9,54
47,900 »	17,3		

Phosphate monosodique NaH_2PO_4.

Résistance observée.	Temp. °C.	Rapport des dilutions.	Rapport des résist.
593 ohms.	16,2	1 : 5,91	1 : 5,29
3,098 »	16,4	1 : 6,62	1 : 7,24
20,450 »	16,5	1 : 6,12	1 : 7,27
92,800 »	16,6		

Carbonate acide de potassium $KHCO_3$.

Résistance observée.	Temp. °C.	Rapport des dilutions.	Rapport des résist.
432 ohms.	16,1	1 : 5,97	1 : 5,66
2,406 »	16,4	1 : 6,29	1 : 6,20
14,150 »	16,4	1 : 6,55	1 : 7,10
73,500 »	16,5		

Sel microcosmique NaH_4AzHPO_4.

Résistance observée.	Temp. °C.	Rapport des dilutions.	Rapport des résist.
250 ohms.	15,3	1 : 8,15	1 : 7,56
1,868 »	15,4	1 : 7,06	1 : 6,97
12,280 »	15,5	1 : 5,37	1 : 5,69
53,800 »	15,5		

Sels des acides condensés.

Borax $Na_2B_4O_7$.

Résistance observée.	Temp. °C.	Rapport des dilutions.	Rapport des résist.
471 ohms.	17,6	1 : 7,63	1 : 6,77
3,156 »	17,6	1 : 6,60	1 : 6,08
18,170 »	17,5	1 : 5,59	1 : 5,41
76,000 »	17,5		

Silicates de sodium.

Résistance observée.	Temp. °C.	Rapport des dilutions.	Rapport des résist.
711 ohms.	16,3	1 : 5,21	1 : 4,64
3,240 »	16,5	1 : 7,00	1 : 6,44
19,300 »	16,5	1 : 4,91	1 : 4,92
70,000 »	16,5		

Sels neutres.

L'acide polybasique, la base monacide.

Phosphate trisodique Na_3PO_4,

Résistance observée.	Temp. °C.	Rapport des dilutions.	Rapport des résist.
1,302 ohms.	15,4	1 : 4,61	1 : 4,41
5,650 »	15,2	1 : 3,83	1 : 4,09
22,700 »	13.3	1 : 3,85	1 : 4,36
70,300 »	16,2		

Carbonate de sodium Na_2CO_3.

Résistance observée.	Temp. °C.	Rapport des dilutions.	Rapport des résist.
396 ohms.	14,4	1 : 9,26	1 : 7,86
3,085 »	14,6	1 : 5,39	1 : 5,95
17,400 »	14,8	1 : 6,90	1 : 7,23
91,600 »	14,9		

---

[1]) La série s'est faite avec de l'eau distillée d'une résistance de 20,000 ohms, du reste moins exacte et interrompue a un endroit.

Résistance observée.	Temp. °C.	Rapport	
		des dilutions.	des résist.
Carbonate de potassium K_2CO_3.			
275 ohms.	15,5	1 : 6,68	1 : 5,97
1,624 »	15,7	1 : 6,89	1 : 7,21
11,100 »	15,8	1 : 6,64	1 ; 7,21
58,700 »	15,9		
Sulfate de sodium Na_2SO_4.			
645 ohms.	15,1	1 : 7,37	1 : 6,54
4,157 »	15,2	1 : 7,42	1 : 7,11
27,100 »	15,4	1 : 4.22	1 : 4,24
87,500 »	15,6		
Sulfate d'ammonium $(AzH_4)_2SO_4$.			
196 ohms.	15,2	1 : 5,20	1 ; 4,47
867 »	15,6	1 : 6,17	1 : 5,67
4,800 »	15,9	1 : 9,88	1 : 9,29
38,500 »	16,1	1 : 3,58	1 : 3,51
98,200* »	16,3		
Acide polybasique, base polyacide.			
Sulfate de zinc $ZnSO_4$.			
825 ohms.	15,4	1 : 6,06	1 : 4,49
3,610 »	15,7	1 : 6,60	1 : 5,56
18,620 »	15,9	1 : 5,97	1 : 5,52
74,500 »	15,9		
Sulfate de cuivre $CuSO_4$.			
546 ohms.	16,4	1 : 6,55	1 : 4,87
2,635 »	16,3	1 : 7,36	1 : 6,09
15,750 »	14,7	1 : 2,77	1 : 2,75
37,000 »	15,3	1 : 3,73	1 : 3,88
100,600* »	15,3		

Résistance observée.	Temp. °C	Rapport	
		des dilutions.	des résist.
Acides monobasiques, base polyacide.			
Acétate de cuivre $Cu(CH_3COO)_2$.			
831 ohms.	15,9	1 : 7,25	1 : 4,52
3,700 »	16,1	1 : 6,27	1 : 4,79
16,800 »	16,3	1 : 5,25	1 : 4,76
64,800 »	16,4		
Acétate de zinc $Zn(CH_3COO)_2$.			
540 ohms	17,4	1 : 7,93	1 : 6,22
3,327 »	17,4	1 : 6,34	1 : 5,81
18,280 »	17,4	1 : 6,87	1 : 6,58
88,000 »	17,65		
Azotate de zinc $Zn(AzO_3)_2$.			
442 ohms.	15,5	1 : 4,56	1 : 4,16
1,819 »	15,7	1 : 7,61	1 : 7,12
12,390 »	15,7	1 : 5,69	1 : 5,61
56,400 »	15,8		
Azotate de calcium $Ca(AzO_3)_2$.			
525 ohms.	15,4	1 : 6,50	1 : 5,98
3,087 »	15,7	1 : 8,28	1 : 7,82
22,320 »	15,9	1 : 8,15	1 : 8,45
118,000* »	16,1		
Chlorure de cuivre $CuCl_2$.			
247 ohms.	16,8	1 : 3,85	1 : 3,59
852 »	17,6	1 : 4,29	1 : 3,97
3,380 »	17,2	1 : 4,05	1 : 3,81
12,460 »	17,1	1 : 6,13	1 : 5,89
59,500 »	17,1		

Résistance observée.	Temp. °C.	Rapport	
		des dilutions.	des résist.
Chlorure de zinc $ZnCl_2$.			
232 ohms.	17,5	1 : 4,84	1 : 4,29
998 »	17,3	1 : 8,26	1 : 7,58
7,360 »	17,4	1 : 8,72	1 ; 8,63
52,100 »	17,4		
Chlorure de magnésium $MgCl_2$.			
564 ohms.	17,2	1 : 5,46	1 : 4,93
2,740 »	17,4	1 : 6,71	1 : 6,49
16,800 »	17,4	1 : 6,87	1 : 6,77
82,500 »	17,5		
Chlorure de calcium $CaCl_2$.			
276 ohms.	15,0	1 : 5,75	1 : 5,19
1,423 »	15,2	1 : 6,40	1 : 5,97
8,240 »	15,4	1 : 5,07	1 : 4,93
35,800 »	15,5	1 : 4,42	1 : 4,36
105,200* »	15,5		
Acides monobasiques, bases monacides.			
Cyanure de potassium $KCAz$.			
221 ohms.	15,6	1 : 7,07	1 : 6,79
1,480 »	15,8	1 : 6,06	1 : 6,85
9,570 »	16,2	1 : 5,04	1 : 5,88
43,900 »	16,4		
Sulfocyanure de potassium $KSCAz$			
175 ohms.	14,6	1 : 6,45	1 : 6,17
1,070 »	14,8	1 : 4,79	1 : 4,67
4,875 »	15,0	1 : 6,47	1 : 6,48
27,700 »	15,2	1 : 4,67	1 : 5,08
89,000 »	15,2		

Résistance observée.	Temp. °C.	Rapport	
		des dilutions.	des résist.
Acétate de sodium $NaCH_3COO$.			
470 ohms.	16,3	1 : 7,37	1 : 6,70
3,100 »	16,5	1 : 6,93	1 : 6,73
19,500 »	16,7	1 : 7,61	1 : 7,68
101,500 »	16,6		
Chlorate de potassium $KClO_3$.			
270 ohms.	15,2	1 : 6,68	1 : 6,19
1,646 »	15,6	1 : 6,81	1 : 6,62
10,320 »	16,2	1 : 5,62	1 : 5,58
47,600 »	16,4		
Azotate d'argent $AgAzO_3$.			
456 ohms.	16,3	1 : 6,47	1 : 6,13
2,745 »	16,6	1 : 5,84	1 : 5,81
15,150 »	16,8	1 : 6,34	1 : 6,44
75,400 »	16,9		
Azotate d'ammonium AzH_4AzO_3.			
315 ohms.	16,6	1 : 7,83	1 : 7,34
2,295 »	16,7	1 : 7,66	1 : 7,50
16,250 »	16,7	1 : 10,14	1 : 10,86
107,500* »	16,8		
Fluorure de sodium $NaFl$.			
224 ohms.	15,8	1 : 4,29	1 : 4,02
870 »	16,1	1 : 4,60	1 : 4,48
3,800 »	16,6	1 : 6,28	1 : 6,13
21,400 »	17,0	1 : 5,09	1 : 5,18
81,200 »	17,0		

Résistance observée.	Temp. °C.	Rapport	
		des dilutions.	des résist.
Jodure d'ammonium AzH_4J.			
424 ohms.	10,4	1 : 6,38	1 : 6,14
2,550 »	10,8	1 : 5,21	1 : 5,09
12,440 »	11,3	1 : 7,43	1 : 7,52
73,150 »	11,55		
Jodure de potassium KJ.			
347 ohms.	15,5	1 : 6,33	1 : 6,10
2,085 »	15,9	1 : 16,18	1 : 15,6
29,400 »	16,1	1 : 5,69	1 : 5,50
111,000* »	16,4		
Jodure de sodium NaJ.			
237 ohms.	17,1	1 : 8,66	1 : 7,99
1,882 »	17,2	1 : 8,67	1 : 8,37
15,030 »	17,3	1 : 6,47	1 : 6,43
76,100 »	17,3		
Bromure de potassium KBr.			
539 ohms.	11,1	1 : 6,08	1 : 5,85
3,112 »	11,4	1 : 4,82	1 : 4.78
14,220 »	11,7	1 : 6,11	1 : 6,23
70,530 »	11,9		
Bromure de sodium $NaBr$.			
204 ohms.	12,1	1 : 6,07	1 : 5,67
1,150 »	12,2	1 : 7,19	1 : 6,96
7,790 »	12,3	1 : 6,86	1 : 6,97
46,700 »	12,35		

Résistance observée.	Temp. °C.	Rapport	
		des dilutions.	des résist.
Chlorure d'ammonium AzH_4Cl.			
179 ohms.	17,4	1 : 9,05	1 : 8,27
1,475 »	17,4	1 : 8,74	1 : 8,49
12,060 »	17,4	1 : 8,39	1 : 8,28
77,400 »	17,4		
Chlorure de sodium $NaCl$ et Azotate de potassium $KAzO_3$ voir table A'.			
Mélange de chlorure de sodium et d'acide chlorhydrique $NaCl + \frac{1}{4} HCl$.			
273 ohms.	15,8	1 : 5,15	1 : 4,96
1,337 »	16,2	1 : 7,56	1 : 7.86
10,065 »	16,7	1 : 5,67	1 : 7,30
59,500 »	17,0		
Eau d'ammoniaque H_3Az.			
3,827 ohms.	16,8	1 : 7,54	1 : 2,50
9,220 »	16,5	1 : 12,78	1 : 3,05
25,800 »	16,5		

Tab. A′.

Résistance observée.	Temp. °C.	Rapport		Résistance observée.	Temp. °C.	Rapport	
		des dilutions.	des résist.			des dilutions.	des résist.
Acide azotique $HAzO_3$.				Azotate de potassium $KAzO_3$.			
118 ohms.	14,6	1 : 2,00	1 : 2,12	211 ohms.	16,0	1 : 1,99	1 : 1,94
248 »	15,2	1 : 2,00	1 : 2,05	408 »	16,2	1 : 1,99	1 : 1,94
506 »	15,4	1 : 2,01	1 : 1,99	784 »	16,4	1 : 1,99	1 : 1,94
1,011 »	15,2	1 : 2,00	1 : 2,02	1,515 »	16,4	1 : 2,00	1 : 1,96
2,000 »	15.8	1 : 1,99	1 : 2,02	2,931 »	16,6	1 : 2,00	1 : 1,98
4,035 »	15,4	1 : 1,99	1 : 2,05	5,705 »	16,6	1 : 2,00	1 : 1,98
8,082 »	15,6	1 : 2,01	1 : 2,13	10,950 »	16,7	1 : 2,00	1 : 1,99
16,520 »	15,5	1 : 2,00	1 : 2,22	20,500 »	16.8	1 : 2,00	1 : 1,97
33,400 »	15,5	1 : 1,99	1 : 2,36	35,400 »	17.1	1 : 1,99	1 : 1,96
64,500 »	15,5	1 : 2,00	1 : 2,01	60,000 »	17,0	1 : 1,99	1 : 2,01
98,100* »	15,6			91,300* »	17,0		
Chlorure de sodium $NaCl$[1]).							
591,5 ohms.	16,8	1 : 2,01	1 : 1,99				
1,130 »	17,2	1 : 1,99	1 : 1,97				
2,095 »	17,4	1 : 2,00	1 : 1,97				
3,715 »	17,5	1 : 2,00	1 : 1,98				
6,145 »	17,6	1 : 1,99	1 : 1,97				
9,150 »	17,7	1 : 1,97	1 : 1,96				
12,110 »	17,7						

Déjà à l'aide de ces tableaux, on pourrait tirer la plupart des conclusions exposées au paragraphe suivant. Mais les relations particulières, à l'égard de la conductibilité galvanique des solutions fort diluées, se manifestent avec plus de netteté, si on calcule de nouveau les nombres des tableaux *A* et *A′*, selon la formule (3), lorsqu'on obtient les nombres contenus dans le tableau *B*.

---

[1]) On employa à la dilution une eau dont la résistance était de 18,460 ohms (à 17,8° C.).

La quantité x, qui y figure, la définition de laquelle on retrouve au § 9, a été nommée, pour plus de brièveté, *exposant de dilution de la résistance ou tout simplement exposant de dilution.* Hors les préparations mentionnées au paragraphe précédent, les tableaux *A* et *B* font voir aussi les propriétés d'un mélange d'acide chlorhydrique et de chlorure de sodium, dissous dans de l'eau, pour établir une comparaison entre ce mélange et les sels acides.

L'exposant de dilution varie avec la concentration. Mais cette dernière propriété, n'ayant pas pu être déterminée dans un grand nombre de `cas, le *tableau B a été arrangé en vue de la conductibilité au lieu de la concentration, ce qui ne cause pas de changement notable à l'aspect du tableau B.* C'est pourquoi des lignes verticales ont été tirées, désignant les conductibilités (l) 128, 64, 32, 16, 8, 4, 2, 1, 0,5, 0,25, 0,125 et 0,063, calculées après la formule (4). Voici la signification de la première ligne horizontale, p. ex.: si une solution de soude caustique de la conductibilité 33,0, est diluée, jusqu'à ce qu'elle ait la conductibilité 3,87, la valeur moyenne de l'exposant de dilution entre ces limites est 2,18, etc. Les points au tableau désignent les limites (conductibilités) entre lesquellles l'exposant de dilution, placé au milieu d'eux, est valabe. Afin de compléter le tableau *B*, le tableau *B'* a été calculé après les nombres de M. LENZ[1]). Le tableau *B'* donne l'exposant de dilution de solutions, beaucoup moins diluées que celles que nous avons employées. Les solutions les plus diluées au tableau *B'*, sont en général d'une concentration à peu près aussi grande que les solutions les moins diluées au tableau *B*.

---

[1]) LENZ, l. c.

Tab. B.

	128	64	32	16	8	4	2	1	0,5	0,25	0,12	0,06
$NaOH$		·		2,18		·		2,21		·		
KOH	·	1,99	·	2,28			·	2,25		·		
$Ca(OH)_2$		·	1.97	·	2,31		·	2,25		·		
$Ba(OH)_2$				· 1,98	· 2,05	·	·	2,57	· 2,25	·		
HCl				·	2,01		·	2,19		·		
$HAzO_3$			·	2,02		·		2,18	·			
H_2SO_4			·	1,94	·		2.04	·				
»			·		1,94	·		2,16		·		
HPO_3					·	1,95		·	2,21	·		
$KHSO_4$	·		1,84		·	1,99	·	2,17		·		
NaH_2PO_4			·	1,92		·	2,07		·	2,14	·	
$KHCO_3$			·	1,96	·		1,99	·	2,06		·	
NaH_4AzHPO_4		·		1,95	·		1,99	·	2,05	·		
$Na_2B_4O_7$			·	1,92		·	1,94	·		1,98	·	
Silicates de sodium				·	1,91	·	1,94		·	2,00	·	
Na_3PO_4					·	1,96	·	2,08	·	2,24	·	
K_2CO_3		·	1,92		·	2,09		·	2,06		·	
Na_2CO_3			·	1,90		·	2,08	·		2,04	·	
Na_2SO_4				·	1,92	·		1,97	·	2,00	·	
$(AzH_4)_2SO_4$		·	1,88	·	1,94	·		1,96		· 1,98	*.	
$ZnSO_4$				·	1,78	·	1,88		·	1,94	·	
$CuSO_4$			·	1,79		·	1,87	·	1,99	·	2,04	.*
$Cu(CH_3COO)_2$				·	1,70	·	1,81	·		1,92	·	
$Zn(CH_3COO)_2$			·	1,84		·	1,94	·		1,97	· ·	
$Zn(AzO_3)_2$			·	1,92	·	1,95		·	1,99	·		
$Ca(AzO_3)_2$			·		1,94	·	1,96		·	2,02		.*
$CuCl_2$		·	1,91	·	1,93	·	1,94	·	1,97	·		
$ZnCl_2$		·	1,90	·		1,94	·	1,99		·		
$MgCl_2$			·	1,92		·	1,98	·	1,99		·	
$CaCl_2$		·	1,92		·	1,95	·	1,98		·	1,99	*.
$KCAz$		·	1,97		·	2,10		·	2,14	·		
$KSCAz$		·	1,97	·	1,98	·		2,00	·	2,10	·	
$NaCH_3COO$			·	1,94		·	1,98		·	2,01	*.	
$AgAzO_3$			·	1,96		·	1,99	·		2,01	·	
AzH_4AzO_3			·	1,96	·		1,98	·				
	128	64	32	16	8	4	2	1	0,5	0,25	0,12	0,06

	128	64	32	16	3	4	2	1	0,5	0,25	0,12	0,06	
$KAzO_3$			· 1,95	· 1,95	· 1,95	· 1,96	· 1,98	· 1,98	· 1,99	· 1,97	· 1,97	· 2,01	·*
$KClO_3$			·		1,95	·	1,98		·	2,00	·		
$NaFl$			·	1,94	·	1,98	·	1,98		·	2,01	·	
AzH_4J				·	1,97		·	1,98	·	2,01		·	
NaJ			·		1,95	·		198	·	2,00		·	
KJ				·	1,97	·		1,98		·			
$NaBr$			·	1,95	·		1,98	·		2,01	·		
KBr				·	1,97		·	1,99	·	2,01		·	
AzH_4Cl			·	1,95		·	1,98		·	1,99		·	
$NaCl$				·	1,98 ·	1,98 ·	1,97 ·	1,98 ·	1,98 ·	1,99 ·			
$NaCl + \frac{1}{2} HCl$			·	1,97		·	2,03		·	2,19	·		
	128	64	32	16	8	4	2	1	0,5	0,25	0,12	0,06	

Tab. B′.

	2048	1024	512	256	128	64	32	
$NaOH$				· 1,91	· 1,96	· 1,98	·	
KOH				·	1,96 ·	1,98 ·		
HCl		· 1,92	· 1,94	· 1,97	· 1,98	· 1,97	· 1,99	·
$HAzO_3$		· 1,92	· 1,94	· 1,97	·			
H_2SO_4			·	1,88 ·	1,86 ·	1,84 ·	1,83 ·	
$KHSO_4$		·	1,81 ·	1,80 ·	1,80 ·	1,78 ·		
$KHCO_3$				·	1,87 ·	1,88 ·	1,89 ·	
K_2CO_3				·	1,85 ·	1,86 ·	1,88 ·	
Na_2CO_3				·	1,75 ·	1,79 ·	1,83 ·	
Na_2SO_4				·	1,76 ·	1,81 ·	1,83 ·	
$(AzH_4)_2SO_4$				· 1,82	· 1,85	· 1,83	·	
AzH_4AzO_3				· 1,91	· 1,89	· 1,91 ·		
$KAzO_3$				· 1,85	· 1,87	· 1,90 ·		
AzH_4Cl				· 1,91	· 1,91	· 1,94 ·		
$NaCl$				· 1,87	· 1,90	· 1,92	·	
	2048	1024	512	256	128	64	32	

§ 12. **Discussion préliminaire des tableaux précédents.**

A l'égard de la grandeur de l'exposant de dilution, *il existe une analogie indubitable entre les substances congénères au point de vue chimique.* Le tableau B (ainsi que B'), qui est disposé d'après les propriétés chimiques des substances, contient en premier lieu les corps possédant l'exposant de dilution le plus grand, passe ensuite à ceux d'un exposant très variable et finit par les sels d'un exposant à peu près invariable, qui diffère peu de la valeur 2. Ci-dessous nous exposerons quelques-uns des points de vue, les plus évidents qui se présentent en examinant le tab. B (et B').

1) *Toutes les solutions aqueuses des électrolytes ont, dès le commencement,* (à une dilution non pas par trop excessive) *un exposant de dilution inférieur au nombre 2.* D'après le tab. B, il semble que les solutions de quelques corps, savoir ceux de la soude caustique et des acides azotique et chlorhydrique ne seraient pas soumises à cette loi, mais le tab. B' montre, que lesdits corps ne font pas exception à la règle générale.

2) *L'exposant de dilution augmente en général en même temps que la dilution.* Cela vaut pour les cas généraux excepté pour un petit nombre de corps (quelques hydrates et les carbonates des metaux alcalins), cas exceptionnels qui n'ont pas de trop grande importance (voir §§ 17 et 19).

3) *Les sels de potassium, de sodium et d'ammonium d'un même acide se ressemblent beaucoup les uns aux autres à l'égard de l'exposant de dilution.* Comme exemple nous pouvons citer l'analogie entre les sept sels des halogènes, énumérés à la fin du tab. B. Les solutions de soude et de potasse caustiques se comportent aussi de la même manière, ainsi que les carbonates, les sulfates et les azotates de sodium et de potassium.

4) *Les composés de chlore, de brome et d'iode sont aussi analogues.* A ces sels se joignent les sels des acides azotique, chlorique et fluorique, mais non ceux des acides cyanique et rhodanique. L'analogie des acides azotique et chlorhydrique est incontestable. Les exemples sont trop nombreux pour être specifiés.

5) *Les eaux de chaux et de baryte sont plus voisines l'une à l'autre qu'à quelque autre corps examiné.*

6) *Les acides sulfurique et phosphorique montrent une grande analogie, ainsi que leurs sels (à l'exception de Na_3PO_4), qui à cet égard ressemblent aux carbonates.*

7) *Les sels des métaux lourds forment un groupe naturel distingué par un exposant de dilution assez petit,* qui s'approche au nombre 2 quand la dilution va en grandissant. Les sels de magnésium et des métaux alcalino-terreux font la transition des sels mentionnés aux sels des métaux alcalins.

8) *Les sels acides se comportent comme les mélanges des acides et des sels neutres*, comme on peut le voir, en comparant les chiffres obtenus pour un mélange d'acide chlorhydrique et de chlorure de sodium aux chiffres correspondants des sels acides. Cela n'a rien d'étonnant, si l'on sait que les sels acides se divisent en acide et en sel neutre dans les dissolutions assez étendues.

9) Si l'on voudrait calculer *l'exposant de dilution* des solutions de certains corps, savoir *l'ammoniaque et l'acide borique*, on trouverait des chiffres *fort inférieurs à ceux des corps déjà mentionnés.* Ces corps ont été nommés par M. KOHLRAUSCH [1]) »conducteurs d'un ordre inférieur». L'exposant de dilution de ces corps ne semble pas se rapprocher au nombre 2, si l'on atténue leurs dissolutions. Ils ne sont pas rangés dans le tab. B.

Partout on peut remarquer une analogie si frappante entre les qualités chimiques des corps et leur relation à l'égard de l'exposant de dilution que l'on ne saurait peut-être se figurer une confirmation plus évidente de la raison de classer d'après des principes chimiques, comme l'a fait M. KOHLRAUSCH, la matière à examiner, autrement à peu près impossible d'embrasser.

§ 13. **Conductibilité moléculaire.**

D'après la formule (3), on péut calculer la conductibilité moléculaire dans chaque cas special. La formule nommée contient la quantité d'électrolyte dissous (P). Il ne nous a pas été possible de fixer cette quantité par voie analytique, mais seulement par la pesée des électrolytes. Comme les substances examinées sont hygroscopiques et aussi un peu impures, cette détermination ne peut pas posséder une grande exactitude. Ainsi, les substances qui ne sont pas hygroscopiques à un degré remarquable donnent les resultats les plus valables, sur lesquels nous avons aussi fondé les considérations suivantes.

---

[1]) KOHLRAUSCH, Ann. de WIEDEMANN, Tome 6 p. 190. (1878).

Dans un ouvrage précédent [1] M. LENZ a proposé l'idée suivante, savoir que *»la conductibilité des solutions de sels haloïdes est proportionelle au poids équivalent de l'ione positif (kathione) ou à un multiple simple de ce poids»*. Quand même on voudrait supposer que le kathione de AzH_4Cl soit $AzH_4OH + H$, celui de KCl, $KOH + H$ etc. (idée, qui du reste *contredit les recherches fondamentales de M. Hittorf* sur la marche des iones [2]), il est évident que cette proposition soit insoutenable. *En vertu de la différence des exposants de dilution appartenant à p. ex. $ZnCl_2$ et AzH_4Cl, la conductibilité moléculaire de celui-là s'accroît de 19,5 pour cent, pendant que le nombre analogue de celui-ci ne varie que de 9,3 pour cent,* si on dilue leurs solutions dans les proportions resp. de 1 : 348 et de 1 : 664. En conséquence, *il faut que la proposition citée, quand même elle serait vraie pour une concentration certaine, soit contraire à la réalité* pour une autre concentration. Le chiffre du chlorure de zinc p. ex., qui, à une dilution médiocre, s'écarte de celui du chlorure d'ammonium de 5,5 pour cent, doit, à une dilution très grande, s'en écarter de plus de 15 pour cent.

La conductibilité des acétates. Si on calcule la conductibilité moléculaire de l'acétate de cuivre, on trouve que ce chiffre, pour la concentration la plus grande examinée par nous, s'élève à environ 320 . 10^{-8} (le nombre moléculaire de $\frac{1}{2}Cu(CH_3COO)_2$ étant $= \frac{1}{27,6}$). Il faut que ce chiffre soit beaucoup plus petit pour des concentrations plus grandes. En employant le tab. 12 de l'ouvrage cité de M. KOHLRAUSCH (p. 183) pour le calcul de la conductibilité moléculaire de $\frac{1}{2}Cu(CH_3COO)_2$, on trouve que ce chiffre devrait être 520 . 10^{-8} d'après les principes qui y sont exposés. L'acétate de zinc semble se comporter d'une manière analogue. Pour cette raison il est probable que *les acétates de la série magnésienne présentent la même anomalie que les sulfates de la dite série* (dont la conductibilité moléculaire est très inférieure à la valeur calculée d'après les chiffres valables pour les autres sulfates; voir l'ouvrage cité de M. KOHLRAUSCH). Un examen précis des chiffres de M. KOHLRAUSCH fait voir que *les chlorures de la même série présentent aussi une tendance faible au même sens.* Calculée d'après les chiffres du KCl, »la conductibilité moléculaire» du Cl devient $50 . 10^{-7}$, calculée d'après les chiffres du $NaCl$ le même nombre est trouvé égal à $51 . 10^{-7}$. Les chlorures de Cu et de Mg donnent des nombres un peu moindres, savoir $48 . 10^{-7}$ et $49 . 10^{-7}$. (KOHLRAUSCH, l. c.).

---

[1] LENZ. Ann. de POGGENDORFF, T. 160 p. 434 (1877).

[2] HITTORF. Ann. de POGGENDORFF. T. 89 p. 177, T. 98 p. 1, T. 103 p. 1, T. 106 pp. 337 et 513 (1853—59).

Si pourtant, on dilue la solution de l'acétate de cuivre, la conductibilité moléculaire augmente très vite. Ainsi, elle s'élève pour les nombres moléculaires $\frac{1}{200}$, $\frac{1}{1254}$ et $\frac{1}{6580}$ aux nombres $512 . 10^{-8}$, $671 . 10^{-8}$ et $740 . 10^{-8}$ et *surpasse de beaucoup le chiffre calculé* $520 . 10^{-8}$. La tendance de monter est très marquée, même aux dilutions les plus atténuées, l'exposant de dilution n'excédant pas le chiffre 1,92.

D'une manière analogue se comportent les solutions des sulfates de cuivre et de zinc. Quand, d'après le tab. 12 déjà cité (de M. KOHLRAUSCH), leur conductibilité moléculaire est environ $340 . 10^{-8}$ (au lieu de la valeur normale $690 . 10^{-8}$), nous avons trouvé pour la concentration la plus grande employée $\left(\frac{1}{32,6} (\frac{1}{2}CuSO_4)\right)$ [1] le chiffre $572 . 10^{-8}$ et pour $\frac{1}{51,3}$ $(\frac{1}{2}ZnSO_4)$ le chiffre $611 . 10^{-8}$, ainsi, plus grande que $340 . 10^{-8}$, mais moindre que le chiffre normal $690 . 10^{-8}$. Néanmoins la conductibilité moléculaire surpassa aussi ce chiffre dernier. Elle se porta à $937 . 10^{-8}$ pour $\frac{1}{4340}$ $(\frac{1}{2}CuSO_4)$ et à $1059 . 10^{-8}$ pour $\frac{1}{12280}$ $(\frac{1}{2}ZnSO_4)$. L'expérience indique que *les autres sels, possédant une petite conductibilité, ont aussi des qualités analogues.* Ainsi p. ex., la conductibilité moléculaire de $\frac{1}{2}CaCl_2$ est, d'après les chiffres de M. KOHLRAUSCH, $750 . 10^{-8}$, et nous l'avons trouvée pour $\frac{1}{24,3}$ $(\frac{1}{2}CaCl_2)$ égale à $870 . 10^{-8}$ et pour $\frac{1}{20000}$ $(\frac{1}{2}CaCl_2)$ égale à $1075 . 10^{-8}$. Tous les sels doués d'une petite conductibilité moléculaire, ont l'exposant de dilution petit, quand, au contraire, les sels des métaux alcalins, qui, selon M. KOHLRAUSCH, sont doués de la plus grande conductibilité moléculaire, ont un exposant de dilution à peu près égal à 2. Ainsi la conductibilité moléculaire du chlorure de sodium (qui d'après M. KOHLRAUSCH doit être égale à $800 . 10^{-8}$) ne varie qu'entre les chiffres suivants. Pour $\frac{1}{54,7}$ ($NaCl$) elle est $= 955 . 10^{-8}$ et pour $\frac{1}{23100}$ ($NaCl$) elle s'est élevée à $1046 . 10^{-8}$.

---

[1] Raccourcissement au lieu de: la concentration telle que le nombre moléculaire était $\frac{1}{32,6}$. De tels raccourcissements sont souvent employés ci-dessous.

Un petit exposant de dilution cause une augmentation rapide de la conductibilité moléculaire pendant l'atténuation, lorsque, au contraire, un exposant égal à 2 indique que la conductibilité moléculaire est invariable. Ainsi nous pouvons des faits cités déduire les lois suivantes:

1) *Les chiffres donnés par* M. KOHLRAUSCH (valables pour les dilutions médiocres) *sont tous trop petits pour les solutions salines très diluées.*

2) *Il faut ne pas ajouter une importance considérable aux anomalies que présentent les solutions de sels de la série magnésinne (de zinc et de cuivre)* à l'égard de la conductibilité moléculaire, car ces anomalies sont éffacées à de grandes dilutions.

3) *Les solutions de sels semblent présenter une tendance marquée de s'approcher les unes des autres à l'égard de la conductibilité moléculaire pour de grandes dilutions* [1]). Pourtant la valeur limite commune de cette quantité n'a pas été atteinte aux dilutions employées dans les expériences ci-décrites.

Quant aux acides et aux bases, on peut étendre les propositions 1 et 3 ci-dessus de sorte qu'ils valent pour ces corps. Si, procédant des chiffres donnés par M. LENZ dans son ouvrage cité, on calcule la conductibilité moléculaire des solutions examinées par nous (dont l'exposant de dilution ne surpasse pas 2), on trouve les valeurs suivantes; pour $\frac{1}{317}$ (HCl) la conductibilité est $3425 . 10^{-8}$, pour $\frac{1}{148}$ $HAzO_3$ elle est $3556 . 10^{-8}$ et pour $\frac{1}{101.2}$ ($\frac{1}{2}H_2SO_4$) elle est $2888 . 10^{-8}$. Ces mêmes chiffres ont été calculés par M. KOHLRAUSCH [2]), qui a trouvé les valeurs respectives $3230 . 10^{-8}$, $3360 . 10^{-8}$ et $2030 . 10^{-8}$. Ainsi les propositions citées sont vraies pour les acides.

La conductibilité moléculaire d'une solution de soude caustique, préparée par la solution du métal sodium dans de l'eau, est trouvée pour $\frac{1}{30,5}$ $(NaOH)$ égale à $1862 . 10^{-8}$. Le chiffre analogue valable pour KOH doit être d'après M. Lenz (l. c.) $1954 . 10^{-8}$. Les valeurs calculées par M. Kohlrausch sont pour $NaOH$ $1780 . 10^{-8}$ et pour KOH $1980 . 10^{-8}$. Les bases sont ainsi soumises à la loi 3.

---

[1]) La proposition enoncée est en pleine concordance avec les ouvrages de M. LENZ, Ann. de POGGENDORFF, T. 160, p. 432 (1877) (où un cas spécial est proposé) et Mém. de l'Ac. Imp. d. Sc. d. S:t Pétersbourg 7:e Sér. Tome 26, N:o 3, Tab. 39 pp. 30 et 31 (1878).

[2]) KOHLRAUSCH. Ann. de POGGENDORFF, T. 159 p. 267 (1876).

§ 14. Coëfficients de température de la conductibilité.

De nombreux auteurs [1]) ont énoncé la supposition que pour les solutions aqueuses extrêmement diluées (au moins pour celles des sels) le coëfficient de température se rapprocherait à une valeur limite commune. On a été incliné à identifier cette valeur avec le coëfficient de température du frottement intérieur de l'eau distillée à raison de motifs purement théoriques. (Ce coëfficient est selon M. O. E. Meyer [2]) 0,0262, selon M. Grotrian [3]) 0,0247). *En général, on ne peut pas déterminer les coëfficients de température pour des solutions extrêmement atténuées* à cause de la solubilité du verre du vaisseau à résistance aux hautes températures [4]), mais la plupart d'eux sont pris à une résistance de 500—1500 ohms environ, dans quel cas la solubilité du verre n'influe que d'une manière insensible. Pour la comparaison nous avons emprunté quelques chiffres de l'ouvrage cité de M. Kohlrausch. Ceux-ci valent naturellement pour des solutions beaucoup plus concentrées que celles que nous avons employées, savoir pour les solutions les plus diluées mentionnées par M. Kohlrausch. Ils sont marqués d'un *K*.

Tab. C.

Préparat. et coëfficient de temp.	Conductibilité.	Température.	Préparat. et coëfficient de temp.	Conductibilité.	Température.
$HAzO_3$			HCl		
0,0215	25,9	16,4—26,2	0,0155	11,7	16,8—26,7
0,0195	2,53	16,2—24,8	0,0189	2,03	15,1—27,9
0,0183	0,28	16,8—25,0	0,0172	0,231	15,2—24,5

---

[1]) Kohlrausch. Ann. de Wiedemann, T. 6. p. 192 (1879). Stephan Ann. de Wied. T. 17 p. 73 (1882).

[2]) D'après une citation de M. C. Stephan l. c. p. 794.

[3]) Grotrian Ann. de Wied. T. 8 p. 530 (1879).

[4]) Selon MM. Exner et Goldschmied. Ann. de Wied. T. 4. p. 417 (1878) etc. T. 6 p. 73 (1879).

Préparat. et coëfficient de temp.	Conductibilité.	Température.
H_2SO_4		
0,0124	30,9	16,9—29,2
0,0168	4,9	18,4—27,3
HPO_3		
0,0157	5,92	11,2—26,2
0,0192	0,93	13,2—25,5
0,0199	0,23	10,1—24,2
KOH (0,0188 *K.*)		
0,0186	24,8	15,3—26,9
$KHSO_4$ (0,0087 *K.*)		
0,0160	7,28	16,6—25,2
NaH_2PO_4		
0,0253	17,6	16,8—24,4
0,0274	0,461	16,5—24,9
(KH_2PO_4 0,0221 *K.*)		
$KHCO_3$ (0,0206 *K.*)		
0,0231	4,28	16,4—24,8
NaH_4AzHPO_4		
0,0240	5,65	15,4—26,1
Na_3PO_4		
0,0266	8,3	7,1—27,2
Na_2CO_3 (0,0244 *K.*)		
0,0277	3,46	16,4—28,1
K_2CO_3 (0,0227 *K.*)		
0,0246	6,47	15,7—24,9
Na_2SO_4 (0,023 *K.*)		
0,0255	28,6	16,9—27,4
0,0263	2,09	6,4—24,8

Préparat. et coëfficient de temp.	Conductibilité.	Température.
Silicates de sodium		
0,0260	14,66	16,3—26,7
0,0232	0,49	16,5—26,3
$ZnSO_4$ (0,0226 *K.*)		
0,0230	12,9	15,3—28,6
0,025	0,52	15,9—25,3
$CuSO_4$ (0,0216 *K.*)		
0,0251	19,04	16,4—29,7
0,0243	0,65	14,7—30,4
$Cu(CH_3COO)_2$		
0,0213	12,6	15,9—30,9
0,0255	0,59	16,3—26,7
$Zn(AzO_3)_2$		
0,0243	5,8	15,7 25,3
$Ca(AzO_3)_2$ (0,0219 *K.*)		
0,0236	20,2	15,4—27,2
$CuCl_2$		
0,0243	41,6	16,8—34,5
0,0242	0,78	17,1—30,3
$ZnCl_2$		
0,0245	10,16	17,3—26,2
$MgCl_2$ (0,0226 *K.*)		
0,0259	18,07	17,2 27,4
$CaCl_2$ (0,0218 *K.*)		
0,0239	7,49	15,2—27,0
0,0256	0,26	15,5—26,5
$KCAz$ (0,0208 *K.*)		
0,0219	1,03	16,2—27,8

Préparat. et coëfficient de temp.	Conductibilité.	Température.	Préparat. et coëfficient de temp.	Conductibilité.	Température.
KSCAz			$KAzO_3$ (0,0209 *K.*)		
0,0215	9,98	14,8–27,0	0,0222	0,79	15,6—28,5
$NaCH_3COO$ (0,0253 *K.*)			$KClO_3$ (0,0212 *K.*)		
0,0251	22,8	16,3—27,2	0,0221	6,38	15,6—27,3
0,0246	0,49	16,7—23,8			
			KJ (0,0203 *K.*)		
$AgAzO_3$ (0,0218 *K.*)			0,0218	30,36	15,5–26,0
0,0227	22,8	16,3—30,2	0,0210	0,319	16,1–27,0

D'après le tab. C, les coëfficients de température des solutions très atténuées ne diffèrent que peu des valeurs trouvées par M. Kohlrausch pour les solutions beaucoup plus concentrées. Ainsi *le coëfficient de température varie très peu avec la dilution,* quand celle-ci a surpassé une certaine limite. *En général, le coëfficient s'accroît par la dilution.*[1]) Cela se fait à un degré plus grand pour les sels acides, pour les sels dont les bases sont polyacides ou dont les acides sont polybasiques, que pour les sels d'une base mono-acide et d'un acide mono-basique. Comme, maintenant, les solutions de ceux-ci sont les meilleurs conducteurs de l'électricité de tous les sels proprement dits, on peut en tirer la conséquence qui se retrouve chez M. Kohlrausch sous la forme suivante: »Les différences de conductibilité des corps divers diminuent en général à une température plus élevée»[2]). Cette proposition est parfaitement analogue à la proposition 3 du paragraphe précédent. Les corps peuvent être classés dans les mêmes groupes essentiels à l'égard du coëfficient de température et au point de vue de l'exposant de dilution, quoique les groupes soient beaucoup moins marqués au sujet du coëfficient de température. Donc nous pouvons énoncer les propositions suivantes.

---

[1]) Une relation qui se trouve vérifiée aussi aux concentrations plus grandes. »Si l'on augmente la teneur en sel, les coëfficients de température de tous les sels des acides monobasiques diminuent au commencement.» Kohlrausch l. c. p. 194.

[2]) Voir Kohlrausch l. c. p. 183.

1) *Les corps qui ont les plus grands exposants de dilution ont aussi en général les coëfficients de température les plus petits et vice versa.* La petitesse de l'exposant de dilution signifie que la conductibilité moléculaire de la solution s'accroît considérablement pendant l'atténuation; la grandeur du coëfficient de température signifie que la conductibilité moléculaire va en grandissant fortement pendant l'échauffement. Voilà la raison d'énoncer la proposition simple suivante:

2) *La dilution et l'échauffement exercent une influence de la même nature sur la conductibilité galvanique des électrolytes.*

Le bisulfate de potassium ne présente pas un coëfficient de température d'une petitesse aussi frappante aux dilutions plus considérables qu'aux concentrations plus grandes. Au contraire, ce coëfficient est un peu plus grand que celui de l'acide sulfurique. Quant aux sels acides, ils se rangent de telle manière que $KHSO_4$ est plus voisin des acides, tandis que les autres se comportent à peu près comme les sels neutres.

Concernant la variation du coëfficient de température avec la température elle même, nous n'avons fait que très peu d'expériences. En général, il ne semble pas être possible d'en tirer des conclusions importantes. Tantôt le coëfficient de température s'accroît, tantôt il diminue, lorsque la température s'élève. La solution étendue de l'acide sulfurique semble présenter des qualités très marquées sous ce rapport-ci, circonstance vérifiée par les expériences de MM. EXNER et GOLDSCHMIED (l. c.).

Comme l'on vient de voir, la supposition mentionnée au commencement du paragraphe ne semble pas vérifiée par nos recherches. En général, les coëfficients de température présentent le même aspect à une dilution très grande qu'à une dilution médiocre. Ainsi les coëfficients appartenant aux divers sels diffèrent notablement les uns des autres. Du reste la valeur moyenne de ces coëfficients semble être un peu inférieure au coëfficient de température du frottement intérieur. Ce cas semble être général, au moins il est valable pour les solutions alcooliques Ainsi la valeur moyenne du coëfficient pour six sels examinés par nous [1]) ne monte qu'à 0,019, tandis que le coëfficient du frottement intérieur de l'alcool est égal à 0,021 d'après les chiffres de M. WIJKANDER [2]) (Voir § 20).

---

[1]) Öfversigt af Kgl. Vetensk. Akademiens Förhandlingar 1883.

[2]) WIJKANDER Lunds Physiogr. Sällsk. Jubelskrift 1878. Beiblätter T. 3 p. 8.

CHAPITRE III.

Théorie.

§ 15. **La conductibilité considérée comme fonction de la teneur en sel des solutions étendues.**

La plupart de auteurs supposent qu'à de grandes dilutions la conductibilité est proportionnelle à la teneur en sel. Ainsi p. ex. M. KOHLRAUSCH[1]) pose la conductibilité $k = (u + v)\, m$, où $(u + v)$ est la conductibilité moléculaire, et où m désigne le nombre de molécules (le poids moléculaire de l'hydrogène égalé à 2 grammes) du corps contenu dans un litre de la solution. Pourtant il semble faire cet énoncé avec une certaine réserve, car dans un autre passage[2]) il dit: »Ce nombre moléculaire peut, d'après toutes les expériences, être posé proportionnel à la conductibilité d'une solution atténuée *(pourvu que l'atténuation extrême en soit exceptée . . .)*». Cependant il n'y a pas de difficulté à prouver qu'une telle proportionnalité s'ensuit de nécessité des principes posés dans son ouvrage, cité ci-dessus, et cela précisément pour les solutions d'une atténuation extrême. M. KOHLRAUSCH dit (p. 167) »Comme l'eau dissolvante ne fait fonction que de milieu, où les transports électrolytiques se passent, nous pouvons sans aucune réserve prétendre, comme l'ont fait MM. WIEDEMANN, BEETZ et QUINCKE, que la résistance galvanique d'une solution se compose des obstacles, mis au mouvement des parties de l'électrolyte par les particules de l'eau, par elles-mêmes, et probablement par les molécules non divisées de l'électrolyte. Mais cette considération se présente autrement. si l'on se borne aux solutions atténuées. Plus le nombre des molécules d'eau l'emporte sur celui de l'électrolyte, plus on doit considérer le frottement moléculaire des iones aux particules de l'eau, et plus on peut négliger le frottement mutuel de ceux-là».

---

[1]) KOHLRAUSCH, Ann. de WIEDEMANN. T. 6, p. 170 (1879).
[2]) KOHLRAUSCH, Göttinger Nachrichten. 1877, p. 184.

Si, d'une part, nous avons une colonne fluide cylindrique, haute d'un mètre, dissolvant un décigramme de sel et contenant un litre, de l'autre part une colonne liquide de la même hauteur de la même teneur mais contenant deux litres, les phénomènes suivants auront lieu. Si un courant galvanique de la même intensité passe par les deux colonnes, il rencontre dans l'une et l'autre le même nombre de molécules de sel, qui se divisent, après quoi la marche des iones commence. Donc ceux-ci sont dans les deux cas du même nombre et de la même nature, et la résistance du liquide ne consiste qu'en le frottement de ces iones contre l'eau dissolvante, d'après le principe énoncé ci-dessus. Ainsi il faut que les deux colonnes opposent la même résistance au passage du courant. Si maintenant, on met, à côté de la première colonne, une autre semblable, ou que l'on remplace ladite colonne par une autre, haute d'un mètre et contenant 2 décigrammes de sel dans deux litres du dissolvant, le nouvel arrangement présentera une conductibilité deux fois plus grande que celle de la colonne remplacée. De là résulte qu'une colonne liquide, haute d'un mètre et contenant deux décigrammes d'un sel dans deux litres du dissolvant, présente une conductibilité deux fois plus grande que celle d'une autre colonne des mêmes dimensions, mais dont la teneur n'est que la moitié de celle de la colonne première. On voit aisément que la proposition mentionnée peut être généralisée sous la forme suivante:

1. *La conductibilité d'une solution de sel*[2]) *est proportionnelle à la quantité du sel dissous* (= au nombre de molécules électrolytiques y renfermées) *les autres circonstances influentes supposées invariables.*

Si maintenant nous appliquons l'énoncé suivant de M. Hittorf[1]): «Il faut admettre que le courant se partage entre deux sels dissous dans la proportion de la conductibilité de l'un et de l'autre, si les deux sels[2]) n'agissent pas l'un sur l'autre», nous pouvons démontrer la proposition suivante de la même manière et sous les mêmes suppositions qu'à la proposition précédente:

---

[1]) Hittorf. Ann. de Poggendorff. T. 103, p. 46 (1858). Galvanismus de Wiedemann. 2 édit. T. 1, p. 611 (1874).

[2]) Sous la notion de sel peut être compris tout électrolyte.

2. *Si deux (ou plusieurs) sels sont dissous dans un même dissolvant non-conducteur, la conductibilité de la solution est égale à la somme des conductibilités que possèderait la solution, si une fois, l'un des sels seulement fût dissous, l'autre fois, l'autre des sels (etc. s'ils sont plusieurs).*

Voici un corollaire de la proposition précédente:

3. *La conductibilité d'une solution saline*[1]) *diluée est égale à la somme de la conductibilité de la solution, le dissolvant considéré comme non-conducteur, et de la conductibilité du dissolvant.*

Cet énoncé est d'une grande importance pour le calcul de la conductibilité des solutions étendues, et conduit à la formule (4) ci-dessus (voir § 9).

Les conclusions tirées ci-dessus sont déduites des idées qui sont en pleine concordance avec tous les faits connus, et par cela elles ont le même degré d'exactitude que ces idées acceptées par tout le monde.

§ 16. **Action chimique.**

Les énoncés 1, 2 et 3 sont déduits dans la supposition que les iones ne soient pas changés (de nombre ou de nature) par la quantité du dissolvant, et que l'action chimique de l'un sel dissous sur l'autre soit nulle. Aussi on sait bien, par expérience, que l'énoncé 2 ne vaut rien, si on mêle une base à un acide. De même il est évident que l'énoncé 1 n'est pas valable, si (comme p. ex. pour le cyanure de potassium) le sel se divise, lorsqu'on y ajoute de l'eau, de telle manière que l'acide et la base sont formés. En effet, il faut que, dans ce cas-ci, la conductibilité devienne plus grande, que ne le montre le calcul (si l'acide ou la base est forte; voir § 19).

Voilà pourquoi on est autorisé à intervertir les énoncés précédents 1 et 2; de telle manière nous obtenons les propositions suivantes.

4. *Si à l'atténuation d'une solution quelconque, la conductibilité ne varie pas proportionnellement à la quantité de l'électrolyte, il faut qu'une altération chimique se soit passée dans la solution par l'addition du dissolvant.*

---

[1]) Sous la notion de sel peut être compris tout électrolyte.

5. *Si deux corps sont dissous dans la même eau, et que l'énoncé 2 ne soit pas applicable, il faut qu'une action chimique se soit développée entre les deux corps.*

Ces deux propositions pourront peut-être servir aux recherches chimiques des solutions diluées, qui ne sont guère accessibles aux expériences thermo-chimiques.

§ 17. **Singularités des hydrates.**

Maintenant nous allons appliquer les propositions déduites ci-dessus au tab. B et commencer par les hydrates qui y sont mentionnés. Tous les hydrates présentent, à une concentration assez grande, un exposant de dilution inférieur à 2 (tab. B et B), qui cependant bientôt considérablement surpasse ce chiffre. Plus loin, nous discuterons la cause de la valeur au commencement moindre de 2, relation caractéristique des solutions de tous les électrolytes examinés.

La raison pour laquelle l'exposant de dilution surpasse le chiffre 2 ne saurait être cherchée dans l'influence de l'eau pure, car l'eau ne saurait être supposée de diviser les hydrates (comme les sels). L'addition simple d'eau aux molécules de l'hydrate devrait, de l'autre part, s'opérer principalement à des dilutions moins excessives, et il est naturel de supposer, qu'elle agirait dans le même sens en ce cas-ci qu'aux dilutions plus grandes. Le changement de la nature de l'exposant en question ne peut donc pas s'expliquer par une telle supposition seule. Pourtant nous ne voulons pas nier que cette cause puisse coopérer à produire le phénomène mentionné.

Ainsi il faut en chercher l'explication dans la circonstance, que l'eau distillée, employée aux expériences, contient *des impuretés qui puissent chimiquement altérer les hydrates.* Comme maintenant, les bases sont attaquées le plus fortement par la dilution (c'est-à-dire, elles ont l'exposant le plus surpassant 2), il est naturel de soupçonner qu'une quantité *d'acide carbonique*, accidentellement contenu dans l'eau, puisse être la cause principale du phénomène. Le carbonate, qui se forme dans ces circonstances, est un conducteur bien plus mauvais que l'hydrate transformé, comme on le sait. Une remarque de cette nature a été faite par M. Lenz dans son ouvrage sur la conductibilité des solutions aqueuses atténuées (pp. 18 et 21). Afin d'éviter cette circonstance perturbatrice, nous avons soigneusement fait bouillir l'eau employée, et ensuite nous avons fait une série d'expériences sur de la soude caustique, préparée par la solution de sodium métallique dans de l'eau, mais cette série donna des résultats complètement égaux à ceux obtenus pour l'eau non-bouillie. Donc, *la présence de l'acide carbonique dans l'eau n'est pas la cause cherchée.* En outre, *le verre du tube à résistance pourrait peut-être se dissoudre par les hydrates* (spécialement par les bases) et ainsi rabaisser la conductibilité conformément aux recherches de MM. Exner et Goldschmied[1]). Pourtant il faut remarquer qu'une série s'accomplit en quelques heures. Si donc on laisse une solution de soude caustique se trouver pendant un temps assez long dans le tube à résistance, et que néanmoins il se montre que la résistance ne se soit pas accrue sensiblement, ce fait serait une preuve que la grandeur de l'exposant de dilution ne dépende pas de la solubilité du verre. Une telle épreuve a été effectuée. Une solution de soude caustique, présentant une résistance de 41,850 ohms à 12,3° C., fut conservée dans le tube à résistance pendant $4^1/_2$ heures, après quel temps elle offrit une résistance de 42,300 ohms à 11,9° C. Si l'on réduit cette résistance-ci à la temperature 12,3° C.. on trouve le chiffre 41,880 ohms (le coëfficient de température égalé à 0,022 à 18° C.). La différence entre les deux observations est tellement petite qu'elle retombe entièrement dans les erreurs d'observation. Ainsi nous n'avons pas trouvé la cause probable de la singularité des hydrates ici non plus.

Maintenant, il ne nous reste qu'une seule cause probable de ce phénomène. *Les sels dissous dans de l'eau distillée attaquent chimiquement les hydrates examinés.* Selon § 8, les sels que l'on peut soupçonner dissous dans l'eau, sont principalement le carbonate, l'azotate et, à un degré moindre, le chlorure de l'ammoniaque. Si l'on ajoute une base, telle que les bases examinées (KOH, $NaOH$, $Ba(OH_2)$ et $Ca(OH_2)$), à l'eau, la base doit prendre l'acide carbonique et l'acide azotique et H_3Az devient libre. L'ammoniaque est un très mauvais conducteur en comparaison des bases fortes mentionnées, et les sels qui viennent de se former, ne conduisent pas l'électricité mieux que les sels d'ammonium, qui existaient avant le mélange. Il s'ensuit que la conductibilité d'une base forte se rabaisse lorsqu'on y ajoute de l'eau distillée, c'est-à-dire l'exposant de dilution des bases fortes est plus grand que 2. Si, au contraire, on ajoute un acide fort (p. ex. un des quatre acides examinés), il se forme un sel de cet acide et de l'ammoniaque du carbonate, et l'acide carbonique est libéré. L'acide carbonique présente la même qualité que l'ammoniaque vis-à-vis l'électricité, quoiqu'à un dégré beaucoup plus marqué. Le sel nouveau conduit, c'est vrai, un peu mieux que le sel détruit, mais cela est loin de compenser la perte de conductibilité, causée par la réunion de l'acide fort à l'ammoniaque. On voit que les conséquences sont les mêmes pour les acides que pour les bases, savoir l'exposant de dilution surpasse 2 à des dilutions assez grandes. De même on voit aisément que les bases doivent être plus fortement attaquées, puisque tous les sels ammoniacaux influent sur les bases, tandis que les acides ne sont altérés que par le carbonate d'ammonium seul. Le phénomène examiné ne peut se montrer qu'à une atténuation assez grande par ce que la quantité du sel, amenée par la dilution, dans ces circonstances est si petite auprès de la quantité de l'hydrate que l'effet en est masqué par les autres phénomènes.

---

[1]) Exner et Goldschmied, Ann. de Wiedemann. T. 4, p. 417 (1878) et T. 6, p. 73 (1879).

§ 18. **Propriétés des sels.**

Tous les sels, à l'exception de quelques-uns, qui seront traités ci-dessous (voir § 19), ont un exposant de dilution inférieur à 2, ou du moins très peu excédant ce chiffre (à des dilutions extrêmes, ce qui peut provenir des erreurs d'observation). Si le sel est neutre, sa conductibilité ne peut pas être altérée par une décomposition double, qui pourrait se passer entre le sel dissous et les sels de l'eau distillée employée à la dilution. Car un sel, dont les iones sont A et B, présente une conductibilité moléculaire égale à $a + b$, où a et b sont des constantes caractéristiques des iones A et B. Ainsi, s'il se ferait une décomposition double d'après le schème: $AB + CD = AD + CB$, la conductibilité moléculaire des sels, représentés par le membre gauche, serait $(a + b) + (c + d)$ (d'après la proposition 2) et égale à la conductibilité $(a + d) + (c + b)$ des sels, qui viennent de se former, representés par le membre droit. Le nombre d'équivalents restant le même après et avant la décomposition, la conductibilité ne peut pas s'altérer par ce procédé[1]). Ainsi il faut admettre, que les sels sont attaqués par le dissolvant (l'eau) lui-même (indépendamment des sels dissous dans l'eau) et que l'influence de l'eau est caractérisée par l'infériorité de l'exposant de dilution au nombre 2. Ci-dessous nous montrerons, quelle est cette influence (voir § 21). Nous résumons la substance des deux paragraphes derniers dans la proposition suivante.

6. *Les solutions atténuées présentent un exposant de dilution supérieur au nombre 2, si elles contiennent des hydrates dissous, et un exposant de dilution inférieur au même nombre, si elles contiennent des sels dissous.*

§ 19. Cas exceptionnels entre les sels.

Quelques-uns des sels présentent à de grandes atténuations un exposant de dilution très supérieur au nombre 2, c'est-à-dire ils se comportent comme les hydrates. Ces sels sont les sels acides $KHSO_4$ et NaH_2PO_4 et à un degré beaucoup moindre les sels $KHCO_3$ et NaH_4AzHPO_4, de plus les sels dits neutres Na_2CO_3, K_2CO_3, Na_3PO_4, $KCAz$ et $KSCAz$. Il n'est par difficile d'expliquer ces phénomènes.

Selon M. Berthelot[2]) le sel $\mathbf{KHSO_4}$ se divise presque totalement à de grandes atténuations en K_2SO_4 et H_2SO_4. Par cette raison, il faut que l'exposant de dilution de $KHSO_4$ ait le caractère mixte de ceux qui appartiennent aux exposants des acides et des sels. Aux grandes atténuations, l'exposant de ceux-ci s'approche au nombre 2, l'exposant de ceux-là est fort supérieur à ce nombre. Voilà pourquoi l'exposant de dilution du sel $KHSO_4$ aussi surpasse de beaucoup le nombre 2 à des dilutions assez grandes.

Le sel $\mathbf{NaH_2PO_4}$ se comporte évidemment de la même manière. Son exposant de dilution manifeste une analogie complète à celui de $KHSO_4$. Il se forme en partie Na_2HPO_4 et H_3PO_4, qui, auprès d'une partie non-décomposée de NaH_2PO_4, composent la solution étendue.

---

[1]) Les recherches de M. Kohlrausch prouvent pourtant que cet énoncé n'est pas parfaitement exact. Toutefois la probabilité en est considérablement augmentée, s'il n'est appliqué qu'aux solutions extrêmement diluées (voir § 13 ci-dessus).

[2]) Berthelot: Essai de mécanique chimique. Tome II p. 318 et suiv., (1879).

$KHCO_3$ ne montre pas, il s'en faut beaucoup, des qualités hydratiques aussi marquées. Il se rapproche à l'égard de l'exposant de dilution très étroitement aux sels neutres. Cependant aux dilutions extrêmement grandes il s'écarte un peu de ceux-ci. Pour expliquer cette circonstance, nous citons le passage suivant de M. BERTHELOT[1]. »D'après ces résultats on voit que les carbonates neutres de potasse et de soude, et surtout les bicarbonates des mêmes bases, se comportent comme des sels assez stables à l'égard de l'eau. Cependant certains indices montrent que les dissolutions de ces divers sels, spécialement celle des carbonates neutres, renferment une dose sensible d'alcali libre . . .»

Selon cela, on doit s'attendre que les **carbonates neutres** aient des propriétés hydratiques encore plus marquées, puisque ils contiennent une dose plus grande d'alcali libre que les bicarbonates. Cette déduction est aussi en pleine concordance avec les chiffres du tab. B pour lesdits carbonates[2].

Le **Na_3PO_4** manifeste les mêmes propriétés que les carbonates neutres. Aussi on sait depuis longtemps que ce sel dans une solution aqueuse se divise en soude caustique libre et en phosphates non-saturés[3].

NaH_4AzHPO_4. Ce sel se comporte à peu près comme $KHCO_3$, même il est encore plus voisin des sels neutres. Donc il est assez stable à l'égard de l'eau, idée qui est très conforme à l'opinion généralement acceptée par les chimistes. Pourtant il semble se diviser un peu à une atténuation très grande.

KCAz et **KSCAz.** $HCAz$ est un des acides les plus faibles et ses sels se divisent aussi déjà à une dilution médiocre. C'est pourquoi une solution atténuée de $KCAz$ est à regarder comme un mélange de KOH et de $HCAz$, plus une petite quantité de $KCAz$ non-décomposé. $HCAz$ est un conducteur extrêmement mauvais[4] et ne peut pas influer sur les sels du dissolvant à un degré notable. Il s'ensuit que la dissolution se comporte comme si le *HCAz* ne s'y trouvât pas. Par cette raison *KCAz* montre des propriétés hydratiques très marquées, ce que l'on voit clairement d'après le tab. B. *KSCAz* se comporte sous de certains rapports d'une manière analogue à *KCAz*, toutefois sa décomposition ne semble pas avoir procédé de beaucoup au même degré que celle de *KCAz* ce qui n'a rien d'étonnant lorsqu'on sait que l'acide *HSCAz* est beaucoup plus fort que l'acide *HCAz*.

---

[1] BERTHELOT: l. c. p. 231.

[2] On peut de la valeur de l'exposant de dilution tirer des conséquences entièrement certaines pour la question précédente, lorsque, au contraire, les phénomènes thermiques ne donnent pas de résultat indubitable. Car, à la suite du passage cité, M. BERTHELOT dit: ». . . . mais cette dose et assez faible pour que les carbonates dissous puissent être mêlés, soit avec les solutions d'autres sels alcalins neutres et stables, soit entre eux, sans donner lieu à un phénomène thermique notable».

[3] Voir: HITTORF, Annales de POGGENDORFF. T. 106. p. 408 (1858).

[4] KOHLRAUSCH: Ann. de WIEDEMANN. T. 6 p. 191 (1879). HITTORF: Ann. de WIED. T. 4 (1878).

Comme nous le voyons d'après cette discussion détaillée, les cas exceptionnels ne font que confirmer l'énoncé 6 ci-dessus. Cet énoncé nous donne aussi un moyen de suivre la décomposition des sels des acides faibles, moyen qui en partie complète les méthodes assignées par la thermochimie¹).

§ 20. **Nature de la résistance des électrolytes.**

Selon le passage cité d'après M. Kohlrausch dans le paragraphe 15, l'opinion est très répandue que la résistance, opposée au passage de l'électricité à travers les électrolytes, consiste dans un frottement entre les iones, qui portent l'électricité, et le dissolvant entourant. Toutefois, il faut admettre la justesse de l'opinion de M. Wiedemann, que ce frottement n'est pas complètement analogue au frottement intérieur²). Nous nous sommes fait l'idée suivante sur la résistance au marche des iones. Quand l'ione passe à côté des molécules du dissolvant, il leur communique évidemment un mouvement, non seulement en sens longitudinal (le sens du passage de l'ione), mais aussi un mouvement

---

¹) Pour obtenir des résultats, lorsque du carbonate d'ammoniaque est dissous dans l'eau, il faut que l'un des produits de la décomposition soit mauvais conducteur pour l'électricité, et que l'autre puisse chasser l'un des constituants (l'acide carbonique ou l'ammoniaque) du sel dissous dans l'eau. Pour les sels qui se divisent en autres sels et en hydrates, il faut que des conditions analogues se remplissent, comme l'on trouve en envisageant le paragraphe 17 ci-dessus.

²) Wiedemann: Galvanismus. T. I p. 633 2 éd. (1874). M. Wiedemann dit: »La tentative naturelle de comparer la résistance galvanique à une constante analogue des solutions, savoir à leur frottement intérieur, c'est-à-dire la force nécessaire pour le transport des particules de la solution à côté d'autres particules égales, ne peut donner que des résultats imparfaits, puisque le frottement intérieur des liquides, qu'il faut vaincre dans ce cas-ci, n'est pas la même force qui s'oppose au mouvement des parties constituantes de l'électrolyte.»

rotatoire. Les molécules les plus proches de l'ione font aussi mouvoir les molécules plus éloignées et ainsi de suite. La différence entre ce »frottement galvanique» et le frottement intérieur consiste principalement dans la proportion inégale des quantités de mouvement, qui sont communiquées aux molécules du dissolvant en forme de mouvement longitudinal et de mouvement rotatoire. Car si une colonne continue de fluide, B (fig. 5), se promène dans le sens qu'indique la flèche, une série de molécules *a*, *b*, *c* et *d* (situées toutes du même côté de B) commencera de roter dans le même sens (ici, sens direct), d'où provient une sorte de frottement entre la partie droite de *a* et la partie gauche de *b* etc., vu qu'elles se meuvent en sens contraire. De là il s'ensuit qu'elles opposent l'une à l'autre un obstacle au mouvement rotatoire, et que le mouvement devient principalement longitudinal. Si, au contraire, on envisage un ione A, qui, en général, est plus petit ou du moins non pas plus grand que les molécules physiques *a*, *b* et *c*, A ne fera mouvoir que la molécule la plus prochaine *b*, qui à son tour communique du mouvement aux molécules *a* et *c*, indépendantes de tout autre mouvement, dans le sens indiqué par les flèches. Dans ce cas-ci le mouvement rotatoire de la molécule *b* peut se développer à un degré beaucoup plus haut, que dans le cas mentionné ci-dessus. Mais si un grand nombre d'iones se suivent les uns les autres, on voit aisément que cette circonstance causera les mêmes conséquences, que lorsqu'un grand volume du fluide B serait en mouvement, c'est-à-dire la résistance s'approcherait au frottement intérieur. Un tel cas se présente pour les solutions concentrées. Une autre cause semble aussi concourir à un tel résultat. Selon M. HITTORF[1]) (voir § 21 ci-dessous) les iones des solutions concentrées sont très compliqués (et en conséquence très volumineux), tandis que les iones des solutions diluées sont comparativement simples (et petites).

Le travail, exécuté par le courant, pour communiquer du mouvement rotatoire aux molécules doit, en général, être d'autant plus grand, que le moment d'inertie des molécules du dissolvant est plus grand. Mais le moment d'inertie croît avec le poids et les dimensions de la molécule. Comme, maintenant, ces deux quantités, en général, varient de la même manière, c'est-à-dire ils vont tous les deux en même temps, soit en croissant, soit en décroissant, on peut pour plus de simplicité remplacer la notion »moment d'inertie» par la notion »poids moléculaire», plus accessible au raisonnement.

---

[1]) HITTORF: Ann. de POGGENDORFF. T. 106 p. 547 etc. (1859).

La résistance au mouvement de l'ione A (fig. 5) doit être moindre que la résistance opposée au mouvement de la masse B du dissolvant, par la raison que le mouvement des molécules voisines (*a*, *b* et *c*) est plus libre dans ce cas-là que dans celui-ci.

Toutefois, la grandeur du frottement intérieur doit influer sur le »frottement galvanique», puisque le mouvement de la molécule *b* est gêné par le frottement intérieur et en conséquence le mouvement de l'ione A aussi.

En résumé il nous semble permis d'énoncer les propositions suivantes:

7. *La résistance d'une solution électrolytique est d'autant plus grande, que le frottement intérieur est plus grand.*

8. *La résistance d'une solution électrolytique est d'autant plus grande, que les iones sont plus compliqués.*

9. *La résistance d'une solution électrolytique est d'autant plus grande, que le poids moléculaire du dissolvant est plus grand.*

La justesse de la proposition 7 ne peut guère être soumise à aucun doute, en vertu d'une foule de recherches publiées à ce sujet[1]). La proposition 8 est aussi en concordance essentielle avec les expériences. La grande conductibilité des acides peut être attribuée à la circonstance qu'ils donnent de l'hydrogène comme kathione. De même que l'hydrogène, d'après les recherches de GRAHAM, présente une facilité beaucoup plus grande de pénétrer les diaphragmes que tous les autres gaz, il pourrait aussi pénétrer le dissolvant plus aisément que les autres iones, en vertu du petit volume moléculaire (ou plutôt volume atomique) qui lui est particulier, selon toute probabilité. En conséquence de ce que nous démontrerons dans le paragraphe suivant, la complexité des iones croît avec la concentration, et en partie par cette raison la conductibilité ne croît pas proportionnellement à la concentration de la solution. En outre, les iones des autres sels présentent une plus grande complexité que ceux des sels alcalins[1]). Pour cette raison ces sels-ci conduisent l'électricité mieux que ceux-là. Bien des faits, indiquant la justesse de la proposition 8, peuvent être tirés de l'ouvrage de M. KOHLRAUSCH (l. c. p. 168 et suiv., 183 et 179). Quant à la proposition 9, on peut aussi expliquer par elle, pourquoi la conductibilité des solutions ne croît pas proportionnellement à la concentration de l'électrolyte, car tous les électrolytes ont un poids moléculaire plus grand que celui de l'eau, en vertu de quoi, une addition de l'électrolyte implique l'augmentation du poids moléculaire moyen de la solution. Ces raisonnements et les données de MM. STEPHAN et LENZ sur la conductibilité des solutions alcooliques concordent bien. Le poids moléculaire de l'alcool surpassant de beaucoup celui de l'eau, les solutions alcooliques conduisent l'électricité moins bien que les solutions aqueuses. Aussi les données de M. HITTORF[2]) sur la conductibilité des solutions en alcool éthylique et en alcool amylique, comparée à celle des solutions en eau, verifient cette conclusion. Les expériences de M. LENZ (l. c. pp. 20 et 60) sur la conductibilité d'une solution d'acide picrique en éther sulfurique et sur celle d'une solution d'iodure de cadmium en alcool, mêlée à de l'huile de naphte, confirment la proposition 9. Enfin quelques expériences faites par nous sur la résistance des solutions alcooliques portent sur la même règle. Nous n'avons trouvé de fait, en désaccord évident avec les propositions 8 et 9. Toutefois, la proposition 7 ne peut pas à elle seule expliquer, pourquoi la conductibilité des solutions alcooliques de titre constant se rabaisse à l'addition de l'alcool, si le pour-cent de l'alcool a surpassé 55,5[3]), quoique le frottement intérieur va en décroissant[4]); donc, il faut admettre l'une des propositions 8 et 9.

---

[1]) Les ouvrages les plus récents dans ce sens sont ceux de MM. GROTRIAN, Ann. de WIED. T. 8 p. 530 (1879), C. STEPHAN, Ann. de WIED. T. 17 p. 673 (1882) et LENZ, Mém. de l'Ac. Imp. de Sc. de St. Pétersbourg, 7 Série T 30 N:o 9 (1882).

Les propositions 8 et 9 coïncident en général dans leurs applications. Une vérification de l'une ou de l'autre seule est donc difficile à procurer. Dans la plupart des cas examinés la proposition 7 agit dans le même sens que les deux autres.

---

[1]) Selon M. HITTORF l. c. p. 357 et en divers autres endroits.

[2]) HITTORF, Ann. de POGGENDORFF. T. 106 p. 554 (1859).

[3]) LENZ l. c. à plusieurs passages.

[4]) C. STEPHAN: Ann. de WIEDEMANN. T. 17 p. 699 (1882).

§ 21. **Propriétés des solutions des sels normaux.**

Pour fixer les idées avant de discuter la valeur de l'exposant de dilution, nous rappellerons l'opinion sur la constitution des solutions salines, opinion généralement acceptée. Nous trouvons chez M. DE FEHLING[1]) le passage suivant: »En général, il n'y a pas de preuve que dans une solution les molécules les plus petites que l'on puisse s'imaginer se trouvent isolées les unes des autres. Au contraire, il y a des raisons fortes d'admettre qu'il existe même dans la solution des complexes de molécules ou des composés moléculaires intimement liés entre eux. Ainsi, la plus petite partie douée de mouvement libre est représentée par un multiple de la partie chimique la plus petite que l'on puisse s'imaginer, et que l'on représente par la formule chimique. En faveur de cette opinion parle le dimorphisme des cristaux qui se forment à des températures inégales dans une solution du même sel. Ainsi p. ex. il se sépare des cristaux orthorhombiques $MgSO_4 + 7H_2O$ d'une solution de sulfate magnésique qui se refroidit, tandis que des cristaux clinorhombiques de la même composition se déposent de la solution sursaturée[2]). De même les observations, publiées sur la vitesse de la diffusion et de la transspiration des solutions salines, semblent être en faveur de la supposition de complexes moléculaires assez grandes».

Par ses recherches M. HITTORF[3]) a été conduit au résultat indubitable, que l'iodure de cadmium, dans les solutions assez concentrées, est composé selon la formule $nCdJ_2$, où le nombre n diminue par la dilution. Il n'hésite pas non plus à attribuer une telle propriété aux sels de la série magnésienne. Les sels de sodium et de baryum s'approchent un peu aux sels mentionnés, toutefois M. HITTORF ne veut pas leur assigner une telle complexité. Cependant le tab. B n'indique qu'une différence relative entre les autres sels et ceux de la série magnésienne. Voilà pourquoi nous devons admettre une telle complexité chez toutes les solutions de sels, quoique elle soit plus marquée chez quelques sels que chez d'autres.

---

[1]) DE FEHLING, Neues Handwörterbuch der Chemie, Art. »Lösung, Löslichkeit». T. IV livraison 3 p. 156 (1882).

[2]) De la même manière se comporte aussi le $MnCl_2 + 4H_2O$ (d'après le passage cité).

[3]) HITTORF: Annales de POGGENDORFF. T. 106 p. 547 et 551 (1859); Voir aussi LENZ l. c. p. 33 et suivv.

Les conséquences de la complexité ne sont pas difficiles à imaginer. D'un côté, les iones deviennent plus compliqués, ainsi p. ex. la solution de CdJ_2 donne les iones $\frac{1}{2}Cd$ et $\frac{1}{2}(J_2 + CdJ_2)$ selon M. HITTORF, tandis que les iones d'une solution non-compliquée devraient être $\frac{1}{2}Cd$ et J; de l'autre côté, les iones, ainsi que les molécules soumises à l'électrolyse, sont deux fois plus nombreux dans ce cas-ci que dans celui-là [1]). Ces deux circonstances causent une diminution de la conductibilité (moléculaire) d'après les propositions 8 et 1. Si maintenant on y ajoute du dissolvant, les complexes se diviseront, probablement de telle manière que la complexité diminue à une limite inférieure, qui s'atteint asymptotiquement. De là il résulte que *la conductibilité moléculaire augmente et que l'exposant de dilution est inférieur à 2*, et cela à un degré d'autant plus grand que les complexes se divisent plus promptement. De ce point de vue, les sels examinés se rangent en la série suivante, qui en première ligne nomme les sels doués de l'exposant de dilution le plus petit [2]).

1) Les acétates de la série magnésienne.
2) Les sulfates de la série magnésienne.
3) Les borates, silicates et sulfates des métaux alcalins.
4) Les sels des acides monobasiques forts ($HAzO_3$ et HCl) de la série magnésienne.
5) Les sels des acides monobasiques forts des métaux alcalino-terreux.
6) Les acétates des métaux alcalins.
7) Les sels des acides monobasiques forts des métaux alcalins.

Si maintement nous anticipons la proposition 13 [3]), nous trouvons (ce qui du reste a une grande probabilité) que les sels, le plus attaqués par le dissolvant, sont précisément ceux qui renferment le plus grand nombre de complexes moléculaires.

---

[1]) Plus généralement on pourrait admettre que les iones d'une solution de $(nCdJ_2)$ soient $\frac{1}{2}(Cd + pCdJ_2)$ et $\frac{1}{2}(J_2 + [n - p - 1]\, CdJ_2)$. où pourtant p probablement est égal à zéro.

[2]) Le coëfficient de température se comporte d'une manière analogue à celle de l'exposant de dilution (voir § 14) ce qui évidemment dépend de ce que l'échauffement détruit les complexes moléculaires de même que la dilution.

[3]) Dont la démonstration ne dépend pas de l'examen le plus prochain.

En mettant ce-ci et la série donnée ci-dessus en parallèle, nous nous sommes permis d'en tirer la conclusion suivante.

10. *La complexité d'une solution saline est d'autant plus grande, que les constituants du sel (l'acide et la base) entrent plus aisément dans des composés doubles* [1]).

Les recherches de M. **Hittorf** sont d'un accord parfait avec cette proposition, qui, du reste, paraît très naturelle, et qui donne à entendre la manière par laquelle des complexes moléculaires sont formés. Comme du reste, la supposition d'une complexité des molecules seule peut, d'une manière satisfaisante [2]), expliquer la valeur de l'exposant de dilution inférieure à 2, ce qui se produit pour les solutions de tous les électrolytes à une concentration assez grande pour que les impuretés de l'eau dissolvante n'y influent pas notablement, la proposition suivante est valable.

11. *Les solutions aqueuses de tous les électrolytes contiennent l'électrolyte dissous, au moins en partie, sous la forme de complexes moléculaires.*

De plus, l'exposant de dilution des sels normaux semble s'approcher asymptotiquement vers une limite, égale à 2, à de grandes dilutions, ce qui se peut interpréter de la manière suivante.

12. *Si l'on continue l'atténuation de la solution d'un sel normal, la complexité s'approche asymptotiquement d'une limite inférieure* [3]).

Quant à cette limite, nous voulons signaler que la conductibilité moléculaire de tous les sels normaux semble s'approcher sensiblement à une même valeur à l'atténuation la plus extrême. Il s'ensuit [4]) que tous les iones (les iones négatifs entre eux et les positifs entre eux) soient analogues, à une dilution extrême, et qu'ils éprouvent tous la même résistance à leur passage à travers le dissolvant. De cet énoncé on peut tirer la conclusion vraisemblable suivante.

---

[1]) Sels doubles (sels acides et sels basiques). L'acide acétique, quoique l'on dise qu'il soit monobasique. a pourtant une tendance très prononcée à la formation de tels composés.

[2]) Les propositions 7 et 9 ne sont pas applicables aux cas des solutions atténuées, car (comme cela a été indiqué dans la déduction de la proposition 1) le frottement intérieur et le poids moléculaire du dissolvant doivent être regardés comme constants quand une certaine atténuation a été surpassée.

[3]) Probablement cette proposition est valable pour tous les électrolytes.

[4]) D'après les hypothèses de M. **Kohlrausch** sur la marche indépendante des iones. (Annales de **Wiedemann** T. 6 pp. 167 et suiv).

13. *La limite, à laquelle tend à s'approcher la complexite d'un sel normal dissous à une atténuation extrême, est d'un même degré pour tous les sels normaux.*

Probablement cette limite ne sera pas atteinte, avant que les sels ne se soient divisés en molécules simples, représentées par la formule chimique moléculaire.

RÉSUMÉ.

Au chapitre I de l'ouvrage présent, nous avons décrit une nouvelle méthode pour mesurer la résistance des conducteurs électrolytiques. Pour cette méthode nous nous sommes servi de courants alternatifs d'une très courte durée, produits au moyen du dépolarisateur, construit par M. **Edlund** en ce but. Nous avons essayé de montrer l'usage de la méthode et de mettre sous les yeux les supériorités pratiques qu'elle possède.

Au chapitre II nous avons traité le procédé aux observations, effectuées par ladite méthode, et le mode de calculer les résultats. De même nous y avons exposé les chiffres, trouvés pour des solutions très étendues de 45 corps différents. Enfin nous avons discuté préliminairement les chiffres obtenus, à l'égard de l'exposant de dilution, de la conductibilité moléculaire et du coëfficient de température.

Au chapitre III nous avons, guidé par les données de MM. **Kohlrausch** et **Hittorf**, exposé la proposition de la proportionnalité entre la conductibilité et le nombre des molécules électrolytiques d'une solution atténuée, de même que deux autres propositions, selon lesquelles les chiffres du chapitre II ont été calculés. De plus nous avons montré que, si ces propositions ne sont pas applicables, il faut admettre qu'à la dilution des solutions électrolytiques des réactions chimiques s'établissent. Procédant de ces diverses propositions, nous avons montré que tous les sels proprement dits dans la solution sont constitués de complexes moléculaires, qui se détruisent en partie à la dilution, de même que nous avons indiqué la manière dont ces complexes sont formés. A l'aide de cette conception, les propriétés des sels à toutes les dilutions ont été expliquées, ainsi que les propriétés de tous les électrolytes à une concentration assez grande. Au contraire, les hydrates et les sels qui en partie se transforment en hydrates, manifestent d'autres propriétés à une grande dilution. Nous avons fait entendre, que cette singularité puisse être expliquée par l'action des impuretés, qui accompagnent l'eau dissolvante. Par des considérations sur la nature de la résistance galvanique, nous avons été amené aux conclusions 7, 8 et 9, dont les deux derniers complètent la première, qui indique la relation entre la résistance galvanique et le frottement intérieur, connue depuis longtemps. Les deux propositions 8 et 9 sont aussi en concordance avec les données publiées.

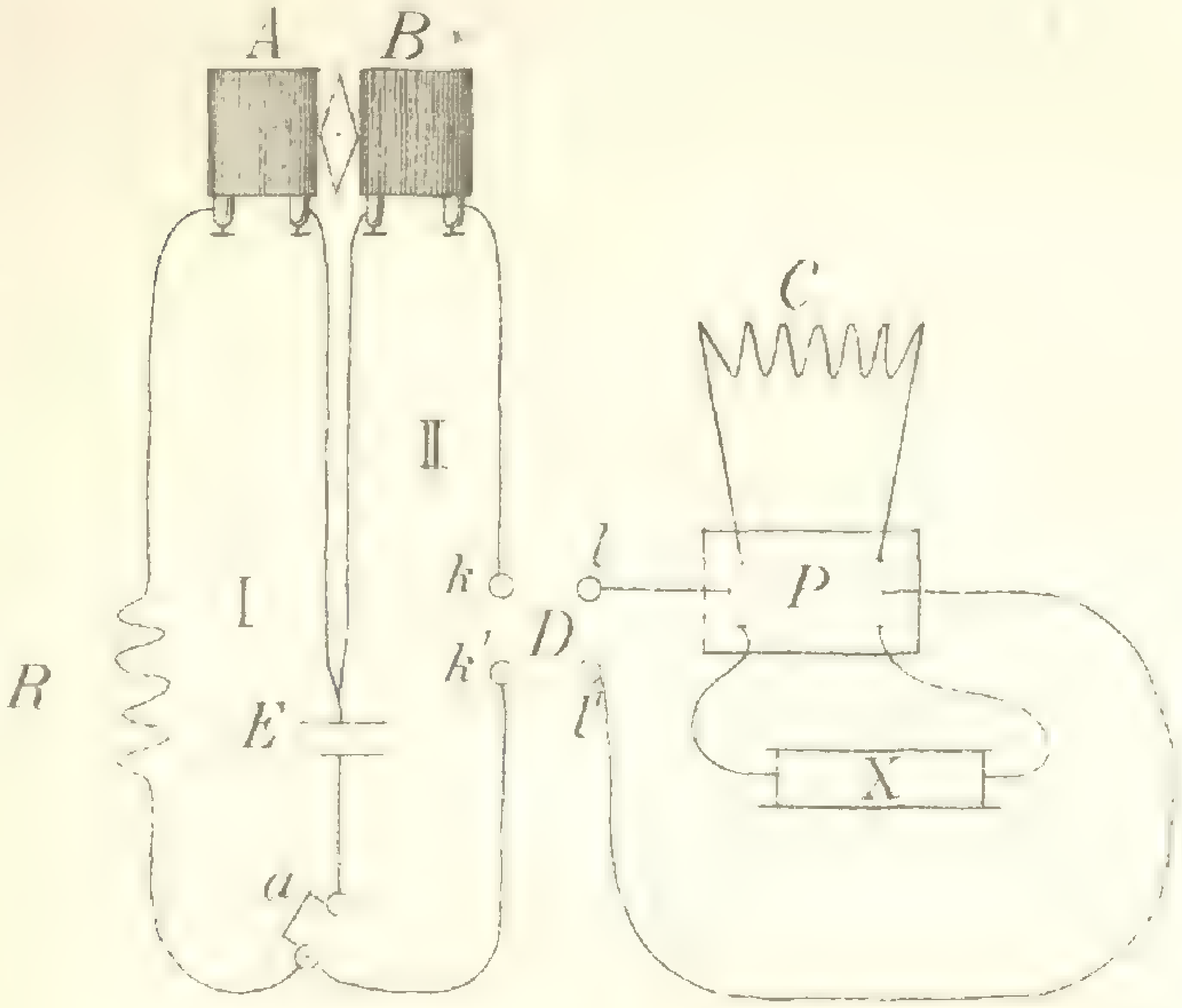

A
B
II
I
R
E
a
k
k'
D
l
l'
C
P
X

Fig. 2.

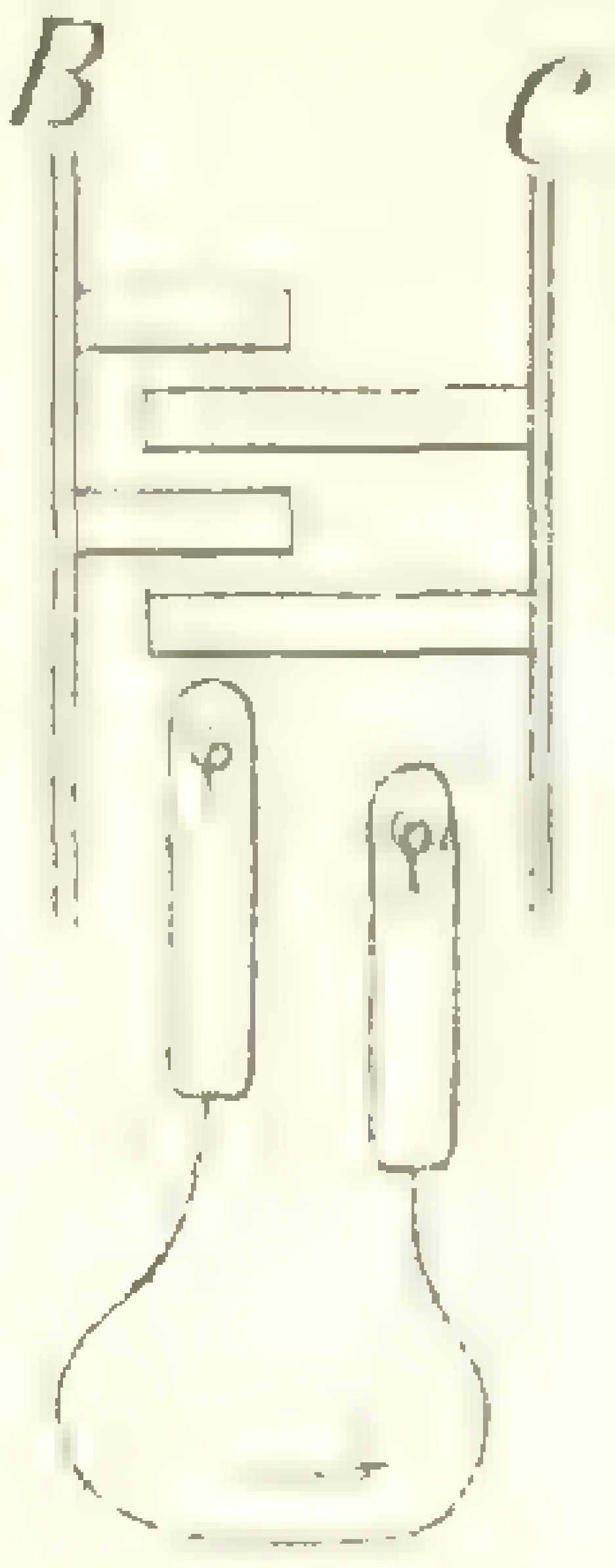


Fig. 3.

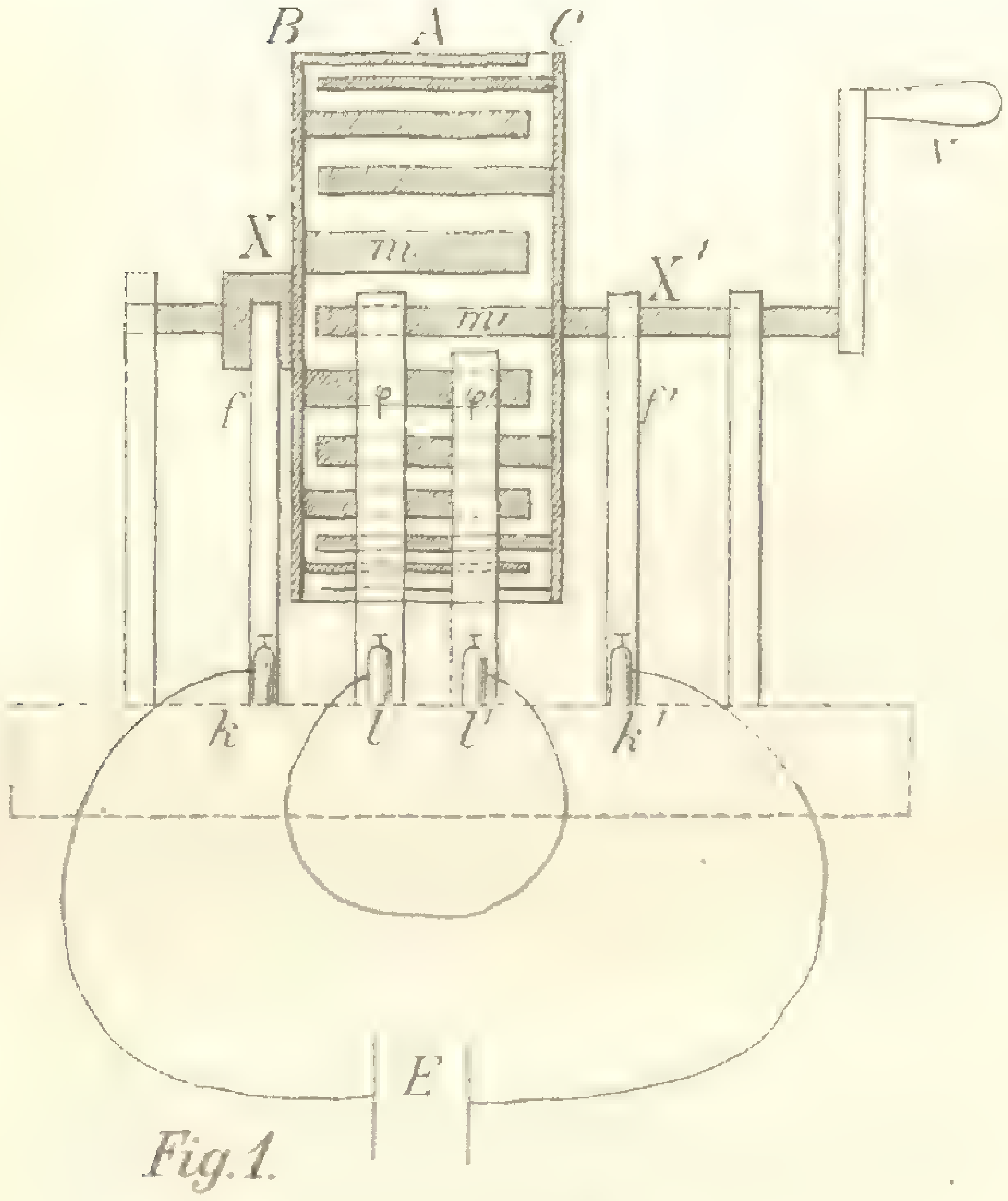

B
A
C
V
X
m
X'
m'
f
f'
φ
φ
k
l
l'
k'
E

Fig. 1.

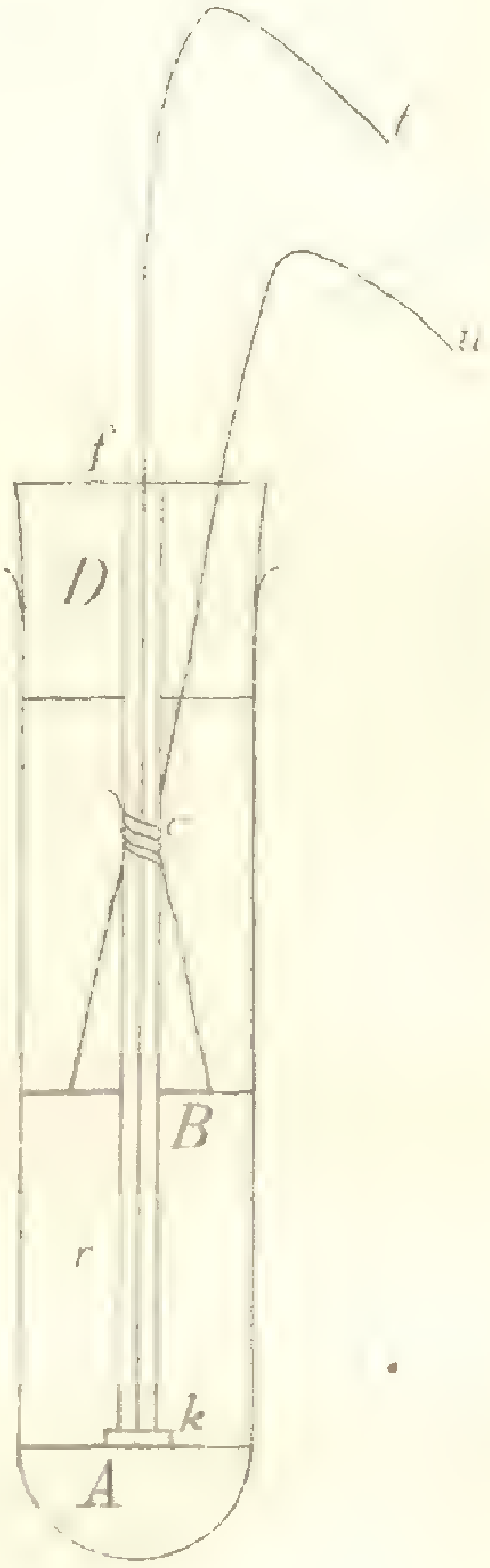


Fig. 4.

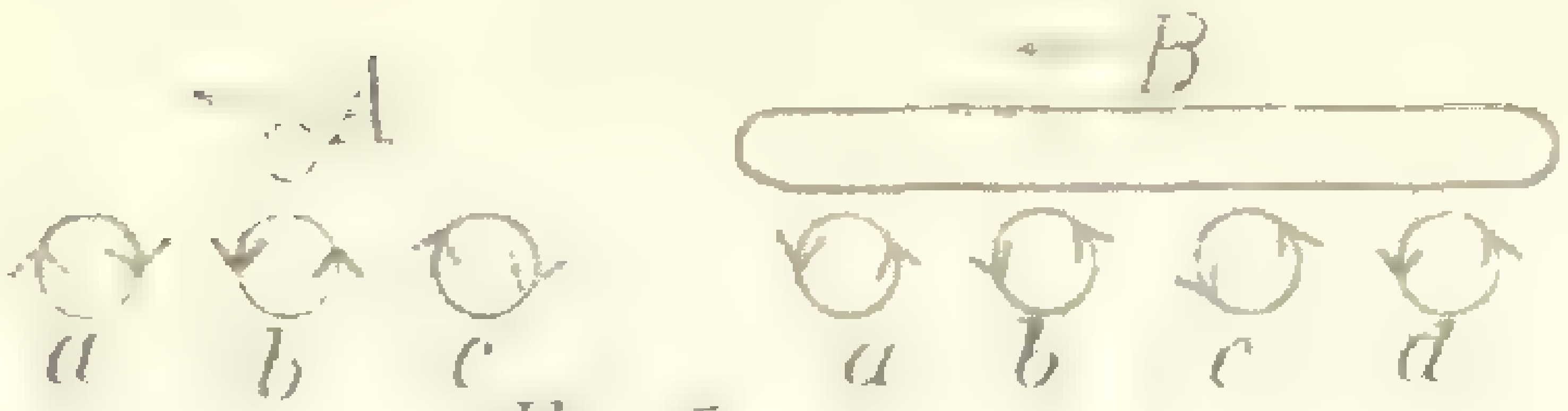


Fig. 5

Central Tryckeriet; Stockholm

BIHANG TILL K. SVENSKA VET.-AKAD. HANDLINGAR. Band. 8. N:o 14.

RECHERCHES

SUR

LA CONDUCTIBILITÉ GALVANIQUE DES ÉLECTROLYTES

PAR

SVANTE ARRHENIUS.

MÉMOIRE PRÉSENTÉ A L'ACAD. R. DES SCIENCES DE SUÈDE LE 6 JUIN 1883.

SECONDE PARTIE

THÉORIE CHIMIQUE DES ÉLECTROLYTES.

STOCKHOLM, 1884.
KONGL. BOKTRYCKERIET.
P. A. NORSTEDT & SÖNER.

Dès le commencement, nous avions l'intention de faire publier la théorie chimique des électrolytes présente en forme d'appendice à la partie première. Mais ensuite, nous nous sommes décidé[1]) à remanier et considérablement élargir l'ouvrage présent, après quoi il nous a semblé nécessaire de le détacher de la partie précédente.

§ 1. Ammoniaque considérée comme électrolyte.

M. Kolhrausch[2]) a montré que l'ammoniaque, à l'égard de la conductibilité, se comporte tout autrement que les autres bases examinées (bases fortes). Son exposant de dilution ne surpasse que très peu la valeur 1; ainsi, il est très inférieur à l'exposant de dilution de tout autre corps examiné. M. Kohlrausch prétend que la cause de ce phénomène est à chercher dans la circonstance que l'ammoniaque, dissoute dans de l'eau, n'a pas la formule AzH_4OH, mais la formule AzH_3. Les corps d'une formule analogue à AzH_3 ne sont pas électrolytes (= conducteurs, selon M. Hittorf), quand au contraire le AzH_4OH devrait avoir une conductibilité moléculaire à peu près égale à celle de la potasse caustique KOH, vu que tous les autres composés de l'ammonium ont la même conductibilité que leurs analogues de potassium. En effet, la solution ammoniacale présente une conductibilité extrêmement inférieure à celle de la potasse caustique. Cependant, il est évident, d'après la proposition 4 de la partie précédente, qu'une altération chimique se fait à la dilution, par où la conductibilité moléculaire augmente. Une complexité moléculaire, tellement grande que la disparition en puisse expliquer le phénomène, est extrêmement invraisemblable. Par bonheur, une autre explication se présente aisément. Selon M. BERTHELOT[1]) l'hydrate AzH_3+H_2O se sépare en forme cristalline, si une solution ammoniacale saturée est exposée à l'influence d'un mélange réfrigérant. Ce fait indique que AzH_4OH se trouve en partie développé dans une solution ammoniacale. »Mais ces[2]) composés sont peu stables et susceptibles de subsister seulement en présence des produits de leur décomposition; c'est-à-dire que les gaz dissous» (ici H_3Az), »le liquide dissolvant et leur combinaison forment un système en équilibre . . .» Voilà la cause simple du phénomène mentionné. Maintenant, comme on le sait bien, il arrive aux phénomènes d'équilibre entre deux corps et un troisième, composé de ces deux corps, que ce composé est augmenté, si l'on y ajoute l'un ou l'autre des deux autres corps. Ainsi, la quantité de AzH_4OH augmentera si on dilue une solution ammoniacale (l'eau étant l'un des constituants de AzH_4OH), c'est-à-dire l'exposant de dilution sera assez petit. Nous sommes donc autorisé d'énoncer la proposition suivante:

---

[1]) En grande partie à l'exhortation de M. S. O. Pettersson, professeur à l'université de Stockholm, des conseils éclairés et encourageants duquel nous rendons des grâces sincères et respectueuses.

[2]) Kohlraucsh: Annales de Wiedemann. T. 6 pp. 189 et suiv. (1879).

14. *La conductibilité d'une solution ammoniacale est causée par une faible quantité de* AzH_4OH, *qui y est renfermée et qui augmente par la dilution de la solution.*

On peut prévoir qu'une proposition analogue soit valable pour les solutions aqueuses d'autres bases faibles, quoiqu'elles n'aient pas été examinées jusqu'à présent.

§ 2. Cas des acides; activité.

Exactement les mêmes propriétés, que celles d'une solution ammoniacale, sont présentées (selon M. KOHLRAUSCH l. c.) par une solution d'acide acétique. Quelques expériences, quoique peu précises, faites par nous, laissent entrevoir un tel rapport chez la solution d'acide borique aussi. Un petit exposant de dilution appartient aussi aux solutions d'acide tartrique et d'acide oxalique (quoique cette insignifiance ne soit pas aussi marquée que celle de l'acide acétique) d'après les recherches de M. KOHLRAUSCH[3]). De plus il a été démontré que l'acide chlorhydrique fluide et pur (anhydre) est non-conducteur (c'est-à-dire non-électrolyte[1]). Si l'on y ajoute de l'eau, il est converti en électrolyte, naturellement d'une manière successive. Personne ne saurait nier l'analogie complète de ce phénomène à celui qui se passe à la dilution de l'ammoniaque et de l'acide acétique, bien qu'il se passe beaucoup plus promptement. Les acides sulfurique, azotique et phosphorique, c'est-à-dire tous les autres acides examinés, semblent se comporter de la même manière à l'égard de la conductibilité. (Voir KOHLRAUSCH l. c.). Toutes ces données peuvent être résumées de la manière suivante.

---

[1]) BERTHELOT: Essai de mécanique chimique. T. II p. 147 (1879).

[2]) Composés analogues à AzH_4OH sont les corps dont il est parlé dans ce passage.

[3]) KOHLRAUSCH: Ann. de POGGENDORFF. T. 459 pp. 233 et suivv. (1876).

15. *La solution aqueuse d'un hydrate quelconque se compose, hors l'eau, de deux parties, l'une active (électrolytique), l'autre inactive (non-électrolytique). Ces trois parties constituantes, l'eau, l'hydrate actif, et l'hydrate inactif, forment un équilibre chimique, tel qu'à une dilution la partie active augmente et la partie inactive diminue*[2]).

A quel égard ces deux parties diffèrent, reste à élucider. Probablement (comme pour l'ammoniaque), la partie active est un composé de la partie inactive et du dissolvant. Ou bien l'inactivité peut être causée par une complexité moléculaire (voir § 21 du mémoire précédent). Ou bien la différence entre les parties active et inactive peut consister en des propriétés purement physiques, comme nous allons montrer dans le § 5 ci-dessous. L'énoncé 15 s'applique aussi aux bases, selon le paragraphe précédent. De même, on est autorisé à parler d'une inactivité des sels dissous, dans quel cas, les notions d'inactivité et de complexité se confondent complètement. Pour fixer les idées, nous avons introduit la notion de coëfficient d'activité déterminé par la définition suivante:

Le coëfficient d'activité d'un électrolyte est le nombre exprimant le rapport du nombre d'iones qu'il y a réellement dans l'électrolyte, au nombre d'iones qui y seraient renfermés, si l'élec-

---

[1]) De même le *HCl* anhydre n'attaque que très lentement les oxides et les carbonates des métaux alcalins et alcalinoterreux. L'expérience en a été faite par M. GORE et puis constatée par M. HITTORF (Ann. de WIEDEMANN. T. 4 p. 409. 1878). bien qu'il inclinât *a priori* pour une opinion contraire. Les acides *HBr* et *HJ* se comportent de la même manière que *HCl*.

[2]) L'activité électrolytique se confond avec l'activité chimique. (Voir le § 5 ci-dessous).

trolyte était totalement transformé en molécules électrolytiques simples[1]).

§ 3. Hypothèse de Williamson et de Clausius et conséquences à en tirer.

Peu d'hypothèses ont été si généralement acceptées par le monde scientifique que la nommée [2]). Cette hypothèse admet. comme on le sait bien, qu'une molécule électrolytique dans une solution soit divisée en ses deux iones librement mobiles, bien qu'aucun courant ne passe à travers la solution. Si maintenant, le kathione d'une molécule vient dans le voisinage de l'anione d'une autre molécule, ces deux iones pourront s'unir, après quoi l'anione de la première molécule et le kathione de la seconde (s'ils ne s'unissent pas) se promènent entre les autres molécules, jusqu'à ce qu'ils s'associent chacun à son ione contraire. Dans ce cas, de nouveaux iones seront libres et poursuivront le procédé.

---

[1]) Ces molécules sont nécessairement constituées d'une manière anague à celle des sels (Voir § 4 ci-dessous).

[2]) Cette hypothèse se retrouve aux endroits suivants: Wiedemann: Galvanismus 2e éd. T. I p. 625 (1874). Williamson: Annalen der Chemie und Pharmacie T. 77 p. 37 (1851) et Clausius: Ann. de Poggendorff T. 101 p. 347 (1857). Pour rendre au lecteur une idée de la probabilité de cette hypothèse, sur laquelle toute la théorie suivante est fondée, nous citons ce qui suit: Elle est la conséquence immédiate des principes posés par la théorie mécanique de la chaleur sur le mouvement moléculaire des fluides. Aussi, l'hypothèse a été énoncée par le représentant le plus éminent de cette théorie. Et la justesse de cette théorie est indubitable. De plus, cette hypothèse est la seule qui puisse expliquer qu'une solution saline est électrolysée par un courant d'une intensité aussi petite qu'on le voudra; fait attesté de la manière la plus convaincante. L'hypothèse discutée a été trouvée, indépendamment l'un de l'autre, par deux savants des plus illustres, dont l'un chimiste, l'autre physicien, procédant par des voies complètement différentes. Enfin elle a été confirmée, au temps dernier, de la manière la plus éclatante par des recherches sur la relation entre la diffusion et la conductibilité électrique d'une solution électrolytique. (Voir Long: Ann. de Wiedemann T. 9 p. 613 (1880) et Lenz Mém. de l'Ac. Imp. de S:t Pétersbourg 7e Série T. 30 n:o 9 (1882)). Elle a été soumise aux deux objections principales suivantes. M. Hittorf (Ann. de Poggendorff T. 103 p. 53; la réponse de M. Clausius se trouve dans le même tome p. 525) prétend l'hypothèse exiger qu'une certaine quantité d'électricité libre soit répandue sur la surface du conducteur électrolytique, si un courant le traverse, ce que M. Hittorf juge inadmissible. Toutefois. c'est un fait indubitable que de l'électricité statique peut être distribuée sur la surface d'un conducteur électrolytique, aussi bien que sur celle d'un conducteur métallique. Il s'ensuit qu'il ne faut pas attribuer de trop grande importance à cette objection.

Si l'on a une solution de KCl en eau, ladite hypothèse exige que quelques-uns des K (du KCl) soient libres et mobiles dans le dissolvant. Cela admis, pourquoi ce potassium libre ne décompose-t-il pas l'eau entourante, comme le ferait le potassium métallique? Cette objection, qui peut tout aussi bien être appliquée à toute autre théorie de l'électrolyse (Voir Wüllner Compendium der Physik T. II, p. 522, Leipsic 1879), frappe spécialement les chimistes. M. Hittorf a essayé de délivrer ladite théorie de cette objection. Toutefois, sa manière de démontrer n'est pas du tout admissible. Cependant l'objection tombe sans difficulté à une analyse plus profonde. si l'on accepte la théorie chimique proposée ci-dessous. (Voir le § 7 ci-dessous).

Maintenant, nous allons déduire les conséquences de cette hypothèse. Tous les iones sont unis à une certaine quantité d'électricité, l'anione à de négative, le kathione à de positive. Cette quantité doit naturellement être égale en grandeur pour tous les iones par raison de symétrie[1]). Donc, si le kathione d'une molécule s'unit à l'anione d'une autre, le kathione de cette dernière à l'anione d'une troisième molécule et ainsi de suite, le procédé ne finira pas avant que le kathione de la dernière molécule ne se soit associé à l'anione de la première molécule (ou à un autre anione, rendu libre par cet anione-là). Naturellement tout cela se passe si vite que l'on peut admettre que le premier kathione s'unit au deuxième anione au même moment que le dernier kathione s'unit au premier anione. En même temps que ce procédé s'effectue, une certaine quantité d'électricité s'est évidemment mue en ligne fermée (savoir la quantité unie à un ione). Nous donnons le nom de *courant circulaire* au phénomène décrit. ***Ainsi, des courants circulaires se passent toujours dans un électrolyte.***

Cependant, on pourrait soupçonner que ces courants circulaires doivent cesser d'exister, car il ne faut pas supposer que la résistance, opposée au courant, soit nulle, surtout si l'on admet que la résistance consiste en un obstacle frictionnel au mouvement des iones. Pourtant cela ne se fait pas, car si l'énergie du courant circulaire diminue par la résistance, elle est transformée en chaleur, c'est-à-dire la température de la solution s'accroît. Si donc, on admet comme d'ordinaire, que l'énergie totale tend à se composer en une certaine fraction d'un tel mouvement des iones (ce que prétend M. CLAUSIUS), il s'établira bientôt un état final d'équilibre mobile, caractérisé par ceci que la perte d'énergie des courants circulaires dans un certain temps est compensée par une égale quantité d'énergie, acquise par la transformation d'une partie de l'énergie totale.

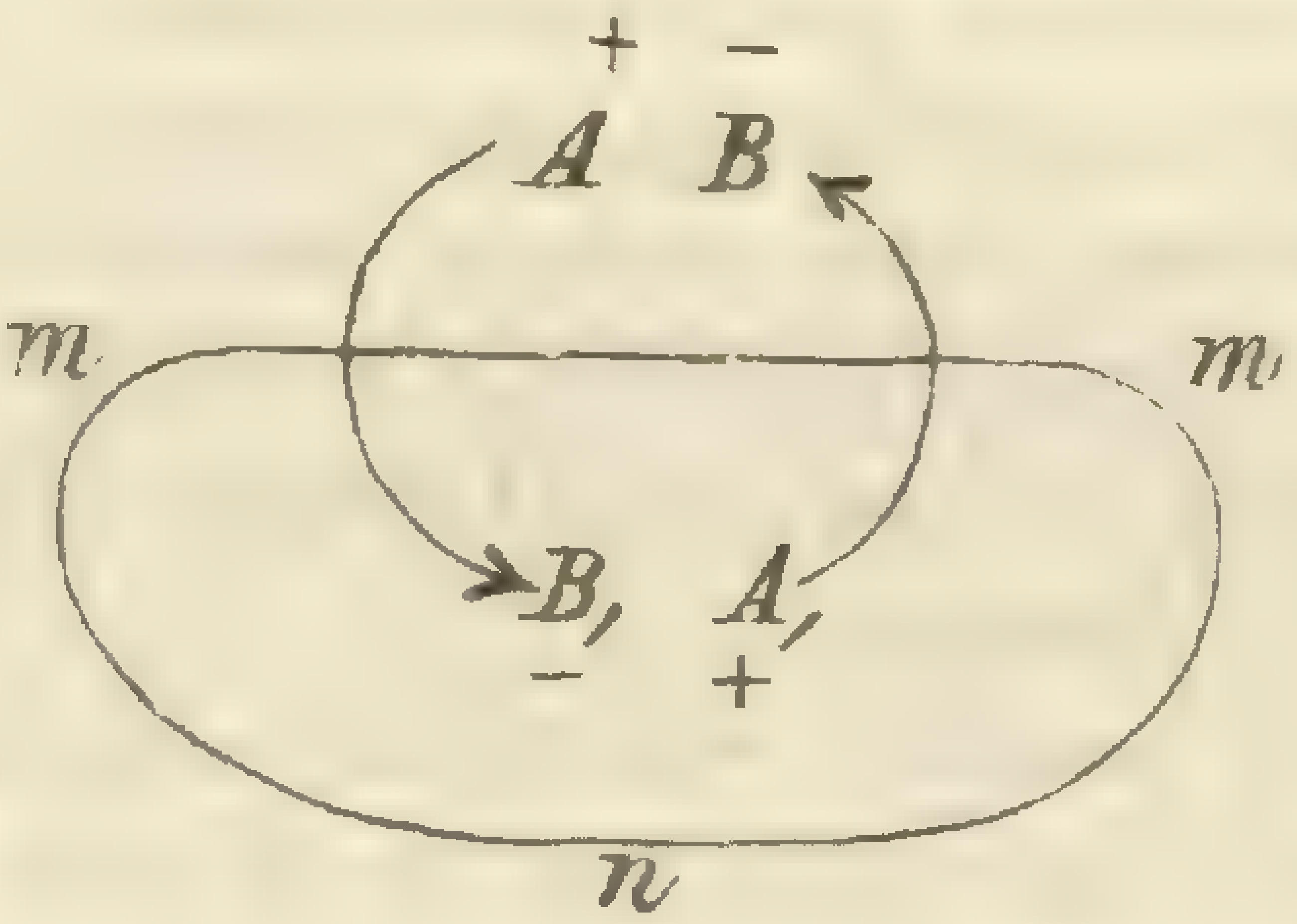
---

[1]) Cette proposition peut être démontrée d'une manière plus rigoureuse, et elle le sera aussi au paragraphe suivant.

Ainsi, l'existence de courants circulaires est une conséquence nécessaire et incontestable des idées de MM. Clausius et Williamson.

§ 4. Déduction de quelques lois électrochimiques.

C'est un fait bien connu qu'il faut regarder l'électricité comme un fluide incompressible, »de manière que la quantité totale, en dedans d'une surface imaginaire fermée, reste toujours la même» [2]). Car, si on place une surface fermée dans un fluide, qui en chaque partie contient une égale quantité d'électricité positive et négative, et qu'une certaine quantité d'électricité positive sorte de cette surface, cette quantité sera attirée par l'électricité, maintenant négative, renfermée dans la surface, et finira par revenir à sa première place. Il est évident que la quantité primitive d'électricité pourra aussi être remplacée par une autre quantité égale; le résultat final sera pourtant le même. Si donc, un courant circulaire se passe dans l'électrolyte (voir la figure) entre deux molécules électrolytiques AB et A_1B_1 dont les iones sont A A_1 et B B_1 (les positifs A et A_1 comme à l'ordinaire écrits en tête), et si, pour plus de simplicité, on pose que les iones négatifs restent à leur place, on peut séparer AB de A_1B_1 par une surface mm_1n renfermant A_1B_1. Si ensuite, par l'action du courant circulaire, A passe de B à B_1 et A_1 passe de B_1 à B, la quantité d'électricité renfermée en dedans de la surface mm_1n doit rester la même après le procédé qu'avant. (Supposons les quantités d'électricité, portées par A et A_1 être a et a_1.) Mais la surface mm_1n a perdu la quantité a_1 et gagné



---

[1]) Maxwell: A treatise on electricity and magnetism Vol. I §§ 61, 111 et 245 (1873).

la quantité a. Ainsi, il faut que $a_1 - a$ soit égal à zéro; c'est-à-dire a est égal à a_1.

16. *Dans une solution électrolytique, chaque ione est uni à la même quantité d'électricité.*

Maintenant, nous nous rappelons le fait bien connu que chaque composé chimique (et en conséquence chaque électrolyte) a la composition constante, fait qui a été expliqué ainsi que l'on admet la composition constante de chaque molécule simple[1]). Si A et B sont les iones de l'électrolyte AB, le poids a_1 de l'ione A_1 est en un certain rapport s au poids a_{11} d'un autre ione A_{11}. Si donc A_1 est dès le commencement lié à B_1 et A_{11} à B_{11}, il faut que b_1 (le poids de B_1) soit égal à $s \, . \, b_{11}$ (b_{11} étant le poids de B_{11}) vu la composition constante. Si maintenant, A_1B_1 et $A_{11}B_{11}$ échangent leurs iones par l'effet d'un courant circulaire, les produits A_1B_{11} et $A_{11}B_1$ sont formés. Si donc, la composition reste constante, il faut que les égalités suivantes soient satisfaites.

$$a_1 : a_{11} = b_{11} : b_1 \quad \therefore \quad s = \frac{1}{s}$$

c'est-à-dire s ne peut être qu'égal à l'unité. *Ainsi, chaque ione positif d'un même composé est d'un même poids* (a), *et de même chaque ione négatif est d'un même poids* (b).

La démonstration ci-dessus n'est valable, que si l'on admet que toutes les molécules électrolytiques soient simples et de la formule AB, ce qui n'est pas conforme à la réalité. Mais, si l'on suppose que les iones des complexes moléculaires soient $A + (AB)_p$ et $B + (AB)_q$, cette supposition est complètement générale. Dans ce cas, la démonstration pourra pourtant se faire d'une manière analogue à la précédente, bien qu'avec un peu plus de longueur. Nous n'avons pas cru nécessaire de la reproduire. Le résultat en est que le poids de tous les A doit être constant (a), et que tous les B possèdent un poids constant (b).

---

[1]) En effet, on n'est pas autorisé de prétendre autre chose que ce que toute quantité analysable d'un composé chimique ait une composition constante. Pour plus de simplicité, les chimistes ont pourtant fait la supposition mentionnée, que nous avons aussi adoptée par la même raison. Néanmoins la démonstration peut s'effectuer d'une manière complètement analogue sans ladite supposition, qui ainsi n'occasionne pas de restriction à la validité des propositions suivantes.

Dans tous les cas, si l'on fait passer un courant électrique à travers un électrolyte, il faut que le nombre d'iones, séparés sur les électrodes, soit proportionnel à la quantité d'électricité passée (d'après l'énoncé 16). Mais chaque kathione $A+(AB)_p$ ne dépose sur la plaque de l'électrode que la partie A; $(AB)_p$ reste dans la solution comme électrolyte non-décomposé. (Le même raisonnement se fait sur l'anione $B+(AB)_q$). Toutes les parties A ont le même poids, ainsi que toutes les parties B. Il s'ensuit que tout ione (du même signe) dépose sur l'électrode le même poids.

17. *Ainsi, le poids de la matière séparée aux électrodes, est proportionnelle à la quantité d'électricité passée à travers les électrodes.*

Vice versa, en supposant qu'un poids donné d'un ione est toujours uni à une quantité d'électricité proportionnelle au poids, on peut démontrer que tout électrolyte a une composition constante.

Si maintenant, on mêle deux électrolytes AB et CD (dont les iones sont A, B, C et D), des courants circulaires feront échanger les iones de AB et de CD, et les composés AD et CB se formeront en partie[1]). Il faut donc, comme dans les cas précédents, que D et B, ainsi que A et C, soient unis à des quantités d'électricité égales. Supposons cette quantité d'électricité égale à $+e$ (pour A et C) et à $-e$ (pour B et D). Or, on dit maintenant que les quantités A et C, ainsi que B et D, sont chimiquement équivalentes, puisqu'ils peuvent se remplacer l'une l'autre. De même, on dit que AB et CD, qui peuvent échanger leurs iones, sont équivalents. Ainsi

18. *Les iones des quantités chimiquement équivalentes de tous les électrolytes sont unis à des quantités d'électricité égales.*

De même, les iones unis à des quantités d'électricité égales, mais de signe contraire ($+e$ et $-e$), s'unissent en une molécule électrolytique. Si donc, on a déterminé les poids a a_1 a_{11} etc. des quantités d'iones, unies à l'unité d'électricité positive, des divers électrolytes AB AB' AB'' etc., il faut que ces poids a a_1 a_{11} etc. soient égaux entre eux. Car s'ils ne l'étaient pas, les poids différents a a_1 a_{11} d'une même substance A, seraient chimiquement équivalents, ce qui contredit la composition constante des corps chimiques. Ainsi, si nous déterminons les poids, unis à l'unité d'électricité, des divers iones A A' A'' ... etc., nous trouvons les nombres a a' a'' ... etc. constants et indépendants de la nature des iones négatifs, auxquels A A' A'' etc. sont liés. De même, nous trouvons les poids analogues b b' b'' ... etc. valables pour les iones négatifs B B' B'' ... etc., indépendants de la nature des iones positifs auxquels ils sont unis. Un électrolyte $A^{(m)}$ $B^{(n)}$ composé d'une manière quelconque, ne peut donc contenir ses iones $A^{(m)}$ et $B^{(n)}$ que dans la proportion $a^{(m)} : b^{(n)}$, car les deux iones doivent être unis à la même quantité d'électricité, mais de signes différents.

---

[1]) Nous avons supposé ici que les molécules ne soient pas compliquées. En admettant des complexes moléculaires, nous pourrions effectuer la démonstration de la même manière, ainsi que nous l'avons fait observer dans le passage précédent.

19. *Donc, nous avons démontré la nécessité de l'existence des poids équivalents a, a', a'' etc. et b, b', b'' etc. pour tous les corps, qui puissent jouer le rôle d'iones positifs ou négatifs.*

Supposons maintenant qu'une réaction chimique s'effectue entre l'électrolyte AB (dont les iones sont A et B) et un corps CD de telle manière que les corps AD et CB se forment (en partie). Si les iones A et B sont unis à l'unité d'électricité, il faut aussi que les quantités C et D, auxquelles ils viennent d'être associés, soient douées de la même quantité d'électricité. Ainsi, les corps AD et CB doivent être considérés comme électrolytes, en vertu de leur composition de deux iones. De même, il faut évidemment ranger le corps CD parmi les électrolytes. En résumé, nous énonçons:

20. *Tout corps qui agit chimiquement par décomposition double sur un électrolyte (de telle manière que les iones de celui-ci sont séparés), est un électrolyte lui-même, ainsi que les produits de la décomposition.*

Ces trois propositions sont très remarquables. La première est la loi bien connue, dite de FARADAY, constatée dans un nombre de cas à peu près infini, loi qui pourtant a été un fait isolé de la science électrique. La seconde est un cas spécial de la loi fondamentale de la chimie, énoncée par RICHTER, et la troisième coïncide à peu près à la loi de M. HITTORF, proposée sous la forme suivante: »les électrolytes sont les sels»[1]), loi contredite cependant par M. BLEEKRODE[2]). La justesse de la manière de voir précédente est confirmée par ce que M. HITTORF a démontré que seulement les corps dont il est question dans la proposition 20, sont soumis à la loi de FARADAY. Cela n'a rien d'étonnant, vu que les lois de FARADAY et de HITTORF sont déduites de prémisses à peu près identiques. De la proposition 20, il s'ensuit que:

L'eau, les alcools, les phénols, les aldéhydes et plusieurs autres corps sont électrolytes et en conséquence conducteurs de l'électricité.

Sur cette chose, on s'est disputé depuis longtemps. Souvent, on a attribuée la faible conductibilite qui peut être observée chez ces corps, à de petites quantités d'impuretés salines.

§ 5. **Relations entre la conductibilité et la force chimique des acides et des bases.**

D'abord, nous émettrons la proposition suivante:

21. *La conductibilité moléculaire de la partie active d'un acide (en solution atténuée) est constante et indépendante de la nature de l'acide.*

Si la formule chimique de l'acide est HR, où R est un radical négatif, la conductibilité moléculaire de l'acide est, d'après M. KOHLRAUSCH, égale à $h+r$, où h et r sont des constantes appartenant à H et à R (voir I § 18). Maintenant, pour les solutions salines extrêmement diluées, la conductibilité moléculaire (r) de l'ione négatif (R) est constante et indépendante de la nature de R (voir I § 21). Car, si par exemple, le sel NaR possède une conductibilité moléculaire égale à celle de NaR', il faut aussi, selon M. KOHLRAUSCH, que $na+r$ soit égal à $na+r'$, c'est-à-dire $r=r'$. Les iones négatifs des acides sont maintenant précisément les mêmes que ceux des sels (R et R'). Ainsi, r est constant pour tous les R, et de même le $(h+r)$ est constant pour tous les acides c. q. f. d. De la proposition 21, la suivante est un corollaire.

---

[1]) HITTORF: POGG. Ann. T. 106 pp. 554—86 (1859) et WIED. Ann. T. 4 pp. 374—416 (en spécial 390) (1878).

[2]) BLEEKRODE: WIED. Ann. T. 3 p. 161 (1878) et T. 6 p. 241 (1879).

22. *Plus la solution (atténuée) d'un acide conduit l'électricité bien, plus la partie active en est grande.*

Des propositions analogues pourront évidemment être énoncées sur les bases.

Avant de continuer, nous préciserons la notion de coëfficient d'activité à l'aide de l'hypothèse de WILLIAMSON et de CLAUSIUS. Selon le § 2, ce coëfficient est défini par le nombre d'iones renfermés dans une solution. Mais à chaque paire d'iones correspond une molécule électrolytique, qui peut participer à un courant circulaire, c'est-à-dire les iones de laquelle sont doués du mouvement prétendu par l'hypothèse citée. Si maintenant, un électrolyte est constitué d'une manière telle que seulement une certaine fraction $\left(\frac{1}{n}\right)$ puisse en même temps prendre part à un tel mouvement, il est évident que son coëfficient d'activité est $\frac{1}{n}$. Il ne faut donc pas qu'une différence chimique existe entre les parties active et inactive. Pour plus de clarté, nous choisirons la solution ammoniacale pour exemple. Dans cette solution, il existe deux parties différentes, l'une active H_4AzOH, l'autre inactive H_3Az. Si celle-ci se transforme en celle-là, la somme des molécules des deux espèces n'est pas augmentée. Ainsi, si m et n sont les nombres de molécules de H_4AzOH et de H_3Az, le premier facteur du coëfficient d'activité sera $\frac{m}{m+n}$. Maintenant, plusieurs des AzH_4OH peuvent être associés entre eux, de sorte que le nombre de molécules physiques de AzH_4OH est p, de $(AzH_4OH)_2$ est q, de $(AzH_4OH)_3$ est r etc., où évidemment $p + 2q + 3r + \ldots = m$. De plus, des molécules AzH_4OH, une fraction $\frac{1}{\lambda}$ seulement présente un mouvement d'iones simultané. Les nombres correspondants de $(AzH_4OH)_2$ et de $(AzH_4OH)_3$ sont $\frac{1}{\mu}$ et $\frac{1}{\nu}$. Dans ce cas, le coëfficient d'activité de l'ammoniaque sera égal à $\frac{m}{m+n}\left(\frac{p}{m\lambda} + \frac{q}{m\mu} + \frac{r}{m\nu} + \ldots\right) = \frac{1}{m+n}\left(\frac{p}{\lambda} + \frac{q}{\mu} + \frac{r}{\nu} + \ldots\right)$.

A proprement parler, la proposition 22 n'est valable que pour les solutions atténuées. Mais à cause de la différence extrêmement grande entre les coëfficients d'activité actuels (voir ci-dessous), l'ordre des corps, à l'égard de la grandeur de ce coëfficient, ne s'altère que très peu, si la dilution est médiocre.

Selon M. Kohlrausch, les acides peuvent être séparés en deux groupes, savoir: en acides dont la conductibilité moléculaire peut être exprimée par une équation linéaire du nombre moléculaire de la solution, et en acides pour lesquels cela est impossible. La différence des deux groupes n'est que relative, de sorte que la limite n'en est pas bien marquée. Pourtant, par des raisons nommées ci-dessous, nous appelons les acides du premier groupe acides forts, et ceux du second groupe acides faibles. Dans le premier se trouvent les acides examinés suivants: les acides chlorhydrique, bromhydrique, iodhydrique, azotique, sulfurique, oxalique et phosphorique; dans le second groupe les acides suivants: les acides tartrique, acétique et borique. La conductibilité moléculaire (λ) d'une solution de ces acides, telle que dans un litre du dissolvant est renfermé un équivalent en grammes de l'acide, est la suivante (calculée d'après M. Kohlrausch[1]).

Groupe I.

Acide chlorhydrique (HCl)	$\lambda = 284 . 10^{-7}$.
» bromhydrique (HBr)	$278 . 10^{-7}$.
» iodhydrique (HJ)	$298 . 10^{-7}$.
» azotique ($HAzO_3$)	$296 . 10^{-7}$.
» sulfurique ($^1/_2 H_2SO_4$)	$192 . 10^{-7}$.
» oxalique ($^1/_2 H_2C_2O_4$)	$57{,}1 . 10^{-7}$.
» phosphorique ($^1/_3 H_3PO_4$)	$20 . 10^{-7}$.

Groupe II.

Acide tartrique ($^1/_2 C_4H_6O_6$)	$6{,}9 . 10^{-7}$.
» acétique (CH_3COOH)	$1{,}26 . 10^{-7}$.
» borique ($^1/_3 H_3O_3B$)	$0{,}044 . 10^{-7}$[2].
Eau distillée la plus pure (HOH)	$< 0{,}000013 . 10^{-7}$[3].

De même que les acides peuvent être classés en acides forts et en acides faibles, de même les bases peuvent, par la même raison, se diviser en ces deux groupes.

Pourtant, peu d'entre elles ont été examinées. Au groupe I appartiennent les bases, la soude et la potasse caustiques, les eaux de baryte et de chaux, l'hydrate de lithium. Parmi les bases faibles se trouvent l'ammoniaque et, selon toute probabilité, l'oxyammoniaque, l'aniline etc., quoique celles-ci n'aient pas été examinées jusqu'à présent. Nous donnons la table suivante (calculée d'après les données de M. Kohlrausch[1]) de la conductibilité moléculaire (λ)[2]):

---

[1] Kohlrausch. Annales de Poggendorff. T. 159 p. 242 (1876).

[2] Nombre calculé de la conductibilité d'une solution de 0,361 pour cent.

[3] D'après M. Kohlrausch (voir I § 8).

Groupe I,	
Potasse caustique (KOH)	$\lambda = 172 . 10^{-7}$.
Soude » ($NaOH$)	$149 . 10^{-7}$.
Eau de baryte ($^1/_2 BaO_2H_2$)	$137 . 10^{-7}$[3]).
» » chaux ($^1/_2 CaO_2H_2$)	$134 . 10^{-7}$[3]).
Hydrate de lithium ($LiOH$)	$125 . 10^{-7}$.
Groupe II.	
Ammoniaque caustique (H_4AzOH)	$0{,}84 . 10^{-7}$.

Pour la comparaison, nous allons communiquer aussi à cet endroit les conductibilités moléculaires[2]) des sels, dont nous verrons l'usage plus tard. Ces chiffres ont aussi été pris des ouvrages de M. Kohlrausch[1]).

Chlorure de potassium (KCl)	$\lambda = 911 . 10^{-8}$.
» » ammonium (AzH_4Cl)	$904 . 10^{-8}$.
« » sodium ($NaCl$)	$698 . 10^{-8}$.
» › lithium ($LiCl$)	$590 . 10^{-8}$.
» » magnésium ($^1/_2 MgCl_2$)	$593 . 10^{-8}$.
» » baryum ($^1/_2 BaCl_2$)	$658 . 10^{-8}$.
» » strontium ($^1/_2 SrCl_2$)	$640 . 10^{-8}$.
» » calcium ($^1/_2 CaCl_2$)	$633 . 10^{-8}$.
Bromure de potassium (KBr)	$960 . 10^{-8}$.
Iodure » » (KJ)	$976 . 10^{-8}$.
» » ammonium (AzH_4J)	$973 . 10^{-8}$.
» » sodium (NaJ)	$729 . 10^{-8}$.
» » lithium (LiJ)	$648 . 10^{-8}$.
Cyanure de potassium ($KCAz$)	$938 . 10^{-8}$.
Fluorure » » (KFl)	$676 . 10^{-8}$.

---

[1]) Kohlrausch: Wied. Ann. T. 6, (1879).

[2]) Déterminée de la même manière que celle des acides, c'est-à-dire la conductibilité d'une solution renfermant dans un litre un équivalent en grammes de la préparation.

[3]) Ces chiffres ont été calculés à l'aide des tabb. 11 et 12 de l'ouvrage cité de M. Kohlrausch.

Azotate de potassium ($KAzO_3$)	$\lambda = 754 . 10^{-8}$.
» » ammonium (AzH_4AzO_3)	$831 . 10^{-8}$.
» » sodium ($NaAzO_3$)	$615 . 10^{-8}$.
» » baryum ($^1/_2BaAz_2O_6$)	$528 . 10^{-8}$.
» » calcium ($^1/_2CaAz_2O_6$)	$541 . 10^{-8}$.
» » argent ($AgAzO_3$)	$632 . 10^{-8}$.
» » magnésium ($^1/_2MgAz_2O_6$)	$546 . 10^{-8}$.
» » cuivre ($^1/_2CuAz_2O_6$)	$512 . 10^{-8}$.
Chlorate de potassium ($KClO_3$)	$802 . 10^{-8}$.
Acétate » » (KCH_3COO)	$554 . 10^{-8}$.
» » sodium ($NaCH_3COO$)	$389 . 10^{-8}$.
Sulfate de potassium ($^1/_2K_2SO_4$)	$673 . 10^{-8}$.
» » ammonium ($^1/_2(AzH_4)_2SO_4$)	$643 . 10^{-8}$.
» » sodium ($^1/_2Na_2SO_4$)	$482 . 10^{-8}$.
» » lithium ($^1/_2Li_2SO_4$)	$389 . 10^{-8}$.
» » magnésium ($^1/_2MgSO_4$)	$272 . 10^{-8}$.
» » zinc ($^1/_2ZnSO_4$)	$244 . 10^{-8}$.
» » cuivre ($^1/_2CuSO_4$)	$240 . 10^{-8}$.
Carbonate de potassium ($^1/_2K_2CO_3$)	$669 . 10^{-8}$.
» » sodium ($^1/_2Na_2CO_3$)	$423 . 10^{-8}$.
Oxalate de potassium ($^1/_2K_2C_2O_4$)	$688 . 10^{-8}$.
Phosphate monopotassique (KH_2PO_4)	$607 . 10^{-8}$.
Bisulfate de potassium ($KHSO_4$)	$1736 . 10^{-8}$.

En raison de ce que la valeur absolue du coëfficient d'activité n'a pu être calculée jusqu'ici, nous avons posé ce coëfficient égal à la conductibilité moléculaire (λ), selon la proposition 22. Cela n'est absolument conforme à la réalité qu'à des dilutions extrêmement grandes, mais cela est approximativement valable même pour des dilutions médiocres. Comme nous ne connaisons jusqu'à présent, aucune méthode de corriger la conductibilité pour les influences du poids moléculaire et pour la fluidité du dissolvant, cette approximation est la seule possible, et en conséquence nécessaire. Dans tous les cas, il ne faut pour la théorie chimique ci-dessous que les valeurs relatives des coëfficients d'activité, parce que ceux-ci se rencontrent toujours dans des équations de la forme

$$\alpha\delta . f(x) = \beta\gamma . \varphi(x) \therefore \frac{f(x)}{\varphi(x)} = \frac{\beta\gamma}{\alpha\delta},$$

où les α et β sont des coëfficients d'activité de deux acides.

bases ou sels, et où les γ et δ sont les quantités analogues de deux sels.

Maintenant, nous allons partir de la définition suivante. complètement autorisée sous le point de vue chimique:

De deux acides, celui-là est le plus fort, »qui, agissant sur le poids équivalent d'une base, en même temps et dans les mêmes circonstances extérieures que la quantité équivalente de l'autre acide, peut s'emparer d'une plus grande partie de la base que l'autre acide«[1]).

De plus, nous allons anticiper la proposition 33 (voir § 9 ci-dessous), qui sera plus tard démontrée d'une manière indépendante de cette anticipation. Cette proposition se donne d'elle-même si l'on parcourt les chiffres ci-dessus des acides et des bases, et en effet, c'est elle qui nous a porté à proposer la théorie chimique présente. Voici le contenu de la proposition 33:

Un acide est d'autant plus fort, que son coëfficient d'activité (conductibilité moléculaire) est plus grand. Cet énoncé peut aussi se dire des bases.

A présent, nous nous contentons de vérifier ladite proposition à l'aide des données de M. BERTHELOT dans son ouvrage »Essai de mécanique chimique», tome II. Préalablement, nous ferons remarquer que le déplacement d'un acide par un autre n'est jamais complet, comme le pense M. BERTHELOT, mais si les acides sont très inégaux à l'égard de leur force (ce qui est le cas commun), le déplacement est ainsi près d'être complet que les phénomènes thermiques donnent un résultat, dont la différence de celui d'un déplacement complet n'est pas observable. L'ouvrage cité contient les données suivantes concernant les acides, dont la conductibilité est connue, dans le chapitre intitulé »Déplacements réciproques des acides en général».

Entre les acides chlorhydrique, azotique et sulfurique, il se fait »partage», c'est-à-dire ils doivent être regardés comme ayant la même force. Pourtant, le schème cité ci-dessus prouve que l'acide sulfurique doit être un peu plus faible que les deux autres, sensiblement égaux en force. Aussi, les chiffres de M. THOMSEN sur »l'avidité» des acides indiquent que l'avidité de l'acide sulfurique est moindre que celle des deux autres [1] acides, ce qui revient au même. Les données de M. Ostwald [2] concordent aussi bien avec ces énoncés. Du reste, les procédés chimiques suivants sont décrits dans le chapitre cité.

---

[1]) Voir: LOTHAR MEYER: Die Modernen Theorien der Chemie. T. III p. 435 (1883).

Le	$HAzO_3$	dépl. le	CH_3COOH (ac. acétique)	du sel	$NaCH_3COO$	(voir p. 593).
»	HCl	» »	CH_3COOH	» »	$NaCH_3COO$	(» » 595).
»	$HAzO_3$	» »	CH_3COOH	» »	$AgCH_3COO$	(» » 599)[3].
»	HCl	» »	H_3O_3B	» »	$Na_2B_4O_7$	(» » 621).
»	$HAzO_3$	» »	CO_2 (acide carbonique)	» »	Na_2CO_3	(» » 623)[4].
»	CH_3COOH	»	CO_2	» »	Na_2CO_3	
»	H_2SO_4	» »	CO_2	» »	Na_2CO_3	
»	HCl	» »	$H_2C_2O_4$ (acide oxalique)	» »	$Na_2C_2O_4$	(» pp. 623 et 648).
»	$HAzO_3$	» »	CO_2	» »	$NaHCO_3$	(» p. 624).
»	H_2SO_4	» »	CH_3COOH	» »	$NaCH_3COO$	(» » 633).
»	$HAzO_3$	» »	$H_2C_2O_4$	» »	$Na_2C_2O_4$	(» » 648).
»	HCl	» »	$HCAz$	» »	$KCAz$	(» » 585)[5].
»	$C_4H_6O_6$ (acide tartrique)	dépl. le	CH_3COOH	» »	$NaCH_3COO$	(» » 634).
»	HCl	» »	H_3PO_4	» »	NaH_2PO_4	(» » 653).
»	H_3PO_4	» »	CH_3COOH	» »	$NaCH_3COO$	(» » 654).
»	H_2SO_4	» »	$C_4H_6O_6$ (acide tartrique)	» »	$Na_2C_4H_4O_6$	(» » 656).
»	$H_2C_2O_4$	» »	$C_4H_6O_6$	» »	$Na_2C_4H_4O_6$	(» » 657).
»	$H_2C_2O_4$	» »	CH_3COOH	» »	$NaCH_3COO$	(» » 655).
»	H_2SO_4	» »	$H_2C_2O_4$	» »	$Na_2C_2O_4$	(» » 655).

Dans les trois derniers cas le déplacement est sensiblement limité, en grande partie à cause de la formation de sels acides (Voir § 10 ci-dessous).

Tous ces faits sont sans exception en pleine conformité avec la liste ci-dessus, sur laquelle les acides sont rangés selon leurs conductibilités, et avec la proposition 33. Si la conductibilité des autres acides était connue, sans doute, toutes les réactions citées par M. Berthelot, seraient prévues par la proposition citée.

Maintenant, nous allons rechercher comment les bases se comportent. Après tout ce que l'on sache, l'ordre des bases, à l'égard de leur force, est le même que celui de la liste précédente. Entre les cinq premières, qui sont à peu près de force égale, les réactions se passeront selon les lois de BERTHOLLET sur l'action de la masse et sur la solidification. Mais toutes lesdites bases déplaceront l'ammoniaque. Le chapitre »sur les déplacements réciproques des bases» ¹) forme une vérification complète de ces conséquences.

---

[1] Voir: Thomsen: Thermochemische Untersuchungen T. I (1882).

[2] Ostwald: Journal für praktische Chemie (Kolbe) T. 23 p. 517 (1881).

[3] Bien que le système soit hétérogène.

[4] Quoique l'acide carbonique et le cyanhydrique ne soient pas classés dans la liste précédente on connait assez sur leur conductibilité pour être autorisé de les placer bien au-dessous de l'acide acétique, au voisinage de l'acide borique (Voir Kohlrausch l. c. p. 191 et les ouvrages de M. Hittorf).

[5] Voir la note précédente.

Ainsi, nous croyons avoir constaté que pour les acides et les bases, l'activité galvanique est suivie par l'activité chimique, ce qui a aussi été confirmé par les expériences de M. GORE, par lesquelles il a montré que l'acide chlorhydrique inactif (= nonconducteur = anhydre) n'attaque pas (sinon très lentement) les oxides et les carbonates des métaux alcalins et alcalino-terreux. (HITTORF. WIED. Ann. T. 4 p. 412 1878. Voir aussi le § 2).

D'après ce que nous venons de dire, il est évident pourquoi nous avons appelé les acides et les bases du premier groupe *forts*, ainsi que les acides et les bases du second groupe *faibles*.

§ 6. Décomposition double.

Maintenant, nous admettous que les électrolytes AB et CD soient dissous dans un dissolvant neutre (= inactif). Donc, des courants circulaires se passent dans la solution, par où les corps AD et CB se forment. Si maintenant, les coëfficients d'activité des corps AB, CD, AD et CB sont de la même grandeur, ils existeront tous les quatre au même degré dans la solution, chacun la moitié d'un équivalent, si les corps AB et CD sont supposés d'avoir été, dès le commencement, chacun un équivalent. Dans d'autres cas, il s'établit un équilibre caractérisé par ceci que de chaque corps, pendant un certain temps, se forme de nouveau une quantité, égale à celle qui en est détruite. Maintenant, le coëfficient d'activité d'un corps indique la fraction du même corps qui, pendant le même temps, participe à des courants circulaires. Si donc, ce coëfficient de AB est α et que m équivalents de AB se trouvent dans la solution, $\alpha . m$ exprime le nombre d'équivalents de AB, qui au même moment prennent part à des courants circulaires.

On pourra se figurer le procédé de la décomposition double de la manière suivante. Les iones des molécules actives tournent l'un autour de l'autre. Donc, si l'on considère la molécule

---

¹) De l'ouvrage cité de M. BERTHELOT.

AB, dont les iones sont *A* et *B*, l'ione *A* se meut d'une certaine vitesse dans le voisinage de *B*, jusqu'à ce que *A* vient dans le voisinage d'un autre anione B_1, après quoi il suit B_1. La molécule *AB* existe jusqu'à ce que cela arrive. Comme maintenant, d'après le précédent, la conductibilité des parties actives de tous les sels est la même, c'est-à-dire, la vitesse dont les iones sont doués l'un relativement à l'autre, selon M. KOHLRAUSCH, est indépendante de la nature du sel, et ne dépend que de l'intensité du courant, il est assez naturel d'admettre que ladite vitesse soit constante pour tous les sels, même lorsque l'intensité est nulle. Supposons de plus que la distance moyenne à laquelle il faut que *A* se trouve de B_1 pour que *A* abandonne *B* et s'attache à B_1, soit la même pour tous les B_1, quelle que soit leur nature¹). Dans ce cas, M. CLAUSIUS a démontré que le chemin moyen que l'ione *A* passe entre les moments où il rencontre les iones *B* et B_1 est:

$$l = \frac{K . V}{n}$$

formule dans laquelle *K* est une constante et $^{n}|_{V}$ le nombre d'aniones contenus dans l'unité de volume. Certes, M. CLAUSIUS a donné cette démonstration pour le cas où les chemins sont rectilignes, mais d'après les prémisses de la démonstration, elle est valable, si le chemin est une ligne brisée ou d'une forme quelconque²). Supposons pour plus de simplicité que tous les aniones soient immobiles. D'après ce qui précède, le temps moyen de l'existence de la molécule *AB* est

$$t = \frac{l}{v} = \frac{KV}{nv}$$

où *v* est la vitesse moyenne de l'anione *A*. Ainsi dans l'unité de temps de *m* molécules *AB*, un nombre égal à

---

¹) Selon la théorie des gaz, il semble assez probable qu'une telle relation simple soit réalisée pour la quantité analogue des molécules des gaz, en ce que le covolume est à peu près égal pour tous les gaz (Voir JAMIN-BOUTY: Cours de Physique T. IV fasc. 3 p. 103 3:e éd. Paris 1883).

²) CLAUSIUS: Abhandlungen zur mechanischen Wärmetheorie, T. II, p. 260. Comme la démonstration est assez simple et d'ailleurs un peu longue et que M. WÜLLNER dans son ouvrage très répandu »Lehrbuch der Experimentalphysik» T. 3, p. 326 3:e éd. Leipzig 1875 en a donné un exposé détaillé, nous avons cru pouvoir nous dispenser d'en donner une nouvelle reproduction. (Voir aussi JAMIN-BOUTY: Cours de Physique T. II fasc. 2 p. 159* 3:e éd. Paris 1878).

$$\frac{m}{t} = \frac{m \, . \, n \, . \, v}{K \, . \, V} = K_1 \frac{m \, . \, n}{V}$$

est détruit. On peut poser $\frac{v}{K} = K_1$ si l'on a égard à ce que v, d'après ce qui précède, est constant pour tous les sels [1]).

Maintenant, les aniones sont en réalité aussi doués d'un certain mouvement. Mais comme cette vitesse est la même pour tous les aniones, cela n'aura pas d'autre influence que celle que la constante K_1 est altérée, mais de telle manière que la grandeur de K_1 est pourtant la même pour tous les sels.

De la même manière, on démontre que, si p est le nombre des kathiones A et q est le nombre des aniones B, le nombre de molécules AB, formées dans l'unité de temps, est

$$K_1 \frac{pq}{V}.$$

Ainsi, le nombre de molécules de AB, qu'il y a de plus après que l'unité de temps a passé, qu'il n'y en avait avant ce temps-là, c'est-à-dire, la vitesse de réaction (par laquelle AB se forme) est:

$$\frac{K_1}{V}(pq - mn).$$

Si les hypothèses admises dans le précédent, ne sont valables qu'approximativement, les déductions ci-dessus ne le sont pas non plus. L'effet en serait qu'il faudrait multiplier les nombres p, q, m et n par divers facteurs, de sorte que l'aspect général des quantités déduites ci-dessus ne serait que peu modifié. La même chose peut se dire des équations que nous déduirons par la suite. Cependant, comme dans l'état actuel de la science, il est impossible de juger sur la validité de ces hypothèses et comme elles ont un certain degré de probabilité et que de toutes les hypothéses elles soient les plus simples que l'on puisse admettre, c'est mon intention de prouver que les déductions, qu'il est possible de tirer de ce que nous venons de dire, sont compatibles avec les faits trouvés par l'expérience, faits dont nous donnerons ainsi une certaine explication. Mais avec le progrès de la science, il est possible que l'on se verra dans la nécessité de modifier ces hypothèses; les raisonnements généraux subsisteront néanmoins ainsi que les conclusions qui en ont été tirées.

---

[1]) Sous le nom de sels sont ici compris tous les électrolytes.

Si maintenant, nous avons quatre électrolytes AB, AD, CB et CD entremêlés et que les nombres des équivalents existant à un certain moment, de ces électrolytes, soient m, q, p et n, et que les coëfficients d'activité correspondants soient α, β, γ et δ. la vitesse de réaction sera, d'après ce qui précède,

$$\frac{K_1}{V}\left\{(m\alpha + q\beta)(m\alpha + p\gamma) - m\alpha(m\alpha + q\beta + p\gamma + n\delta)\right\}$$

formule qui se transforme en la suivante:

$$\frac{K_1}{V}(q\beta \cdot p\gamma - m\alpha \cdot n\delta). \qquad (1).$$

L'état d'équilibre sera atteint, lorsque la vitesse de réaction sera nulle. Si donc $m = 1$, et une quantité du corps AB égale à x est transformée, l'équilibre final contiendra $(1 - x)$, $(n - x)$, $(q + x)$ et $(p + x)$ équivalents des corps AB, CD, AD et CD. L'équation exprimant l'équilibre sera donc:

$$(1 - x)(n - x)\alpha\delta = (p + x)(q + x)\beta\gamma, \qquad (2)$$

formule qui se transforme en la suivante:

$$(1 - x)(n - x)\alpha\delta = x^2\beta\gamma, \qquad (2a)$$

si p et q sont nuls, cas qui est souvent réalisé dans les expériences.

Introduisons maintenant la définition suivante:

Des quatre électrolytes AB, CD, AD et CB, formant les combinaisons possibles des quatre iones A et C positifs et B et D négatifs deux à deux, les électrolytes, AB et CD entre eux, et AD et CB entre eux, qui n'ont pas d'ione commun, sont dits conjugués, et les électrolytes qui ont un ione commun (p. ex. AB et AD ou AB et CB), sont dits opposés.

L'équation (2) exprime évidemment qu'un équilibre se produit entre le système de deux conjugués AB et CD, et le système de leurs deux opposés AD et CB, qui sont conjugués entre eux. De ce système-là se forme ce système-ci et *vice versa*, par où l'équilibre s'est établi, dès que le nombre des courants circulaires dans lesquels l'un et l'autre des deux systèmes sont engagés, est le même dans les deux cas. C'est précisément la signification de l'équation 2. Cette équation fait immédiatement voir que:

23. *Aussitôt que les quantités relatives des iones A, B, C et D sont données, le résultat final sera le même, s'ils sont ajoutés soit sous la forme des électrolytes AB et CD, soit sous la forme de AD et CB, soit sous une autre forme quelconque.*

Cette proposition est assez indubitable pour que l'on puisse en comprendre la justesse sans aucune démonstration. Aussi elle a été vérifiée par les ouvrages de MM. **Guldberg** et **Waage** et **Ostwald.**

De l'équation 2, on déduit la solution suivante de x:

$$x = -\tfrac{1}{2}\frac{\alpha\delta\,(n+1) + \beta\gamma\,(q+p)}{\beta\gamma - \alpha\delta} \pm$$

$$\pm\sqrt{\left(\frac{\alpha\delta\,(n+1) + \beta\gamma\,(q+p)}{2(\beta\gamma - \alpha\delta)}\right)^2 + \frac{\alpha\delta\,.\,n - \beta\gamma\,.\,qp}{\beta\gamma - \alpha\delta}} \qquad (3)$$

qui présente la forme suivante, si $p = 0$ et $q = 0$:

$$x = -\tfrac{1}{2}\frac{\alpha\delta(n+1)}{\beta\gamma - \alpha\delta} \pm \sqrt{\tfrac{1}{4}\left(\frac{\alpha\delta\,(n+1)}{\beta\gamma - \alpha\delta}\right)^2 + \frac{\alpha\delta}{\beta\gamma - \alpha\delta}} \qquad (3a).$$

Les quantités α, β, γ, δ, n, p, q, $(1 - x)$, $(n - x)$, $(p + x)$ et $(q + x)$ sont essentiellement positives d'après la définition du § 2 et en raison de ce que les n, p, q etc. expriment des nombres d'équivalents.

Le signe du radical est toujours fixé de telle manière, qu'il est le même que celui de l'expression $\frac{\alpha\delta\,(n+1) + \beta\gamma\,(q+p)}{\beta\gamma - \alpha\delta}$, c'est-à-dire le même que celui de l'expression $\beta\gamma - \alpha\delta$. Un autre procédé conduirait à des absurdités ¹).

---

¹) Dans l'équation (3), le radical ne peut jamais être imaginaire. Car si cela se ferait, il faudrait que le second terme sous le signe $\surd$ fût négatif et plus grand que le premier terme, essentiellement positif. Cela pourrait arriver dans les deux cas suivants, 1:o si $\alpha\delta < \beta\gamma$ en même temps que $\alpha\delta\,.\,n < \beta\gamma\,qp$, 2:o si $\alpha\delta > \beta\gamma$ en même temps que $\alpha\delta\,.\,n > \beta\gamma\,.\,qp$. Dans ce cas-là, si l'on fait le dénominateur du second terme égal à celui du premier terme, le second terme sera de la forme $4(\beta\gamma - \alpha\delta)\,(n\alpha\delta) + 4\alpha\delta\,.\,\beta\gamma\,.\,qp - 4\beta^2\gamma^2qp$, dont le terme $-4\beta^2\gamma^2qp$ est le seul négatif. Mais $4\beta^2\gamma^2qp \overset{=}{<} (q+p)^2\,\beta^2\gamma^2$, quantité qui se trouve dans le premier terme du radical, car qp a sa valeur maxima (si $p + q = \text{const.}$ comme dans le cas actuel) pour $p = q$ dans quel cas $4qp = (q+p)^2$, ainsi $4qp \leqq (q+p)^2$. Tous les autres termes sous le signe radical sont positifs, ainsi le radical ne peut pas être imaginaire dans ce cas. Dans le second cas, on peut de la même manière démontrer, que la seule quantité négative, sous le signe $\surd$, $4(\alpha\delta)^2\,.\,n \overset{=}{<} (n+1)^2\alpha^2\delta^2$, qui se trouve positif sous le même signe. Ainsi, dans ce cas aussi, le radical ne deviendra pas imaginaire. Le radical est donc toujours réel.

Si $\beta\gamma = \alpha\delta$, l'équation (3), ainsi que (3 a), est illusoire. Dans ce cas l'équation (2) se réduit à la forme:

$$(1 - x)(n - x) = (q + x)(p + x) \therefore x = \frac{n - qp}{q + p + n + 1}. \quad (3b)$$

Ainsi x est toujours déterminé d'une manière complètement définie et sans ambiguïté.

Par différentiation de la formule (2) on trouve:

$$-\frac{dx}{1 - x} + \frac{dn - dx}{n - x} + \frac{d(\alpha\delta)}{\alpha\delta} = \frac{dq + dx}{q + x} + \frac{dp + dx}{p + x} + \frac{d(\beta\gamma)}{\beta\gamma} \text{ ou}$$

$$dx\left(\frac{1}{q + x} + \frac{1}{p + x} + \frac{1}{1 - x} + \frac{1}{n - x}\right) =$$
$$\frac{dn}{n - x} + \frac{d(\alpha\delta)}{\alpha\delta} - \frac{d(\beta\gamma)}{\beta\gamma} - \frac{dq}{q + x} - \frac{dp}{p + x} \quad (4)$$

dont la formule suivante est un cas spécial $(q = 0,\ p = 0)$

$$dx\left(\frac{2}{x} + \frac{1}{1 - x} + \frac{1}{n - x}\right) = \frac{dn}{n - x} + \frac{d(\alpha\delta)}{\alpha\delta} - \frac{d(\beta\gamma)}{\beta\gamma}. \quad (4a)$$

Maintenant, nous allons démontrer qu'il faut attribuer au radical le signe qu'a la quantité $(\beta\gamma - \alpha\delta)$. Nous traiterons séparément les cas suivants:

1) x est positif $(x > 0)$. De même $(1 - x) > 0$, $(n - x) > 0$.
  a) $\beta\gamma - \alpha\delta < 0$.
    α) $n > 1 \therefore x < 1$. Selon l'équation (3) $x > \left(\frac{(n + 1)\alpha\delta}{2\alpha\delta} \pm \sqrt{}\right)$ parce que $\beta\gamma > 0$, $p > 0$ et $q > 0$. Ainsi, parce que $n > 1$; $x > (1 + \sqrt{})$. Il s'ensuit que, x étant inférieur à 1, il faut employer le signe — devant le radical.
    β) $1 > n \therefore x < n$. De la même manière que ci-dessus, nous trouvons $x > (n \pm \sqrt{})$. Ainsi, il faut aussi dans ce cas employer le signe —, x étant inférieur à n.
  b) $\beta\gamma - \alpha\delta > 0$. Dans ce cas, selon (3), $x =$ quantité négative $\pm \sqrt{}$, mais comme nous avons prétendu $x > 0$, il faut choisir le signe + du radical.

2) x est négatif $(x < 0)$. Les inégalités de condition $1 - x > 0$ et $n - x > 0$ sont donc vraies en elles-mêmes. Au contraire, il faut employer les inégalités $q + x > 0$, $p + x > 0$. Laissons $p < q$, il faut donc que la valeur numérique $[x]$ de x soit inférieure à p.
  a) $\beta\gamma - \alpha\delta < 0$. Selon (3) $x =$ quantité positive $\pm \sqrt{}$. Ainsi, il faut choisir le signe —, pour que x soit négatif, ce que nous avons supposé.
  b) $\beta\gamma - \alpha\delta > 0$. Dans ce cas, on démontre, comme dans le cas 1 a, que $x =$ (quantité négative numériquement supérieure à p) $\pm \sqrt{}$. Ainsi, il faut admettre le signe + du radical, si l'inégalite $[x] < p$ pourra être satisfaite.

Il faut donc dans les cas 1 a et 2 a employer le signe — du radical, et dans les cas 1 b et 2 b le signe +. Ainsi, si $\beta\gamma - \alpha\delta < 0$, il faut choisir le signe négatif du radical; si au contraire $\beta\gamma - \alpha\delta > 0$, il faut admettre que le signe du radical est positif. Ce qui coïncide évidemment avec la règle donnée ci-dessus sur le signe du radical.

Si maintenant, α, β, γ et δ sont les coëfficients d'activité de quatre corps AB, AD, CB et CD et que le produit $\alpha\delta$ des coëfficients de deux corps conjugués soit beaucoup plus grand que celui $\beta\gamma$ des corps opposés, on trouve réalisé un cas d'une très grande importance, valable pour un équilibre des quatre corps acide, base, sel et eau. Selon la formule (2), si les quantités mêlées de l'acide, de la base et de l'eau sont 1, n et p équivalents, il se forme x équivalents de sel et d'eau, où:

$$(p + x)\, x = \frac{\alpha\delta}{\beta\gamma}(1 - x)(n - x). \qquad (5)$$

Pour les acides et les bases forts, $\frac{\alpha\delta}{\beta\gamma}$ est un nombre portant à plusieurs millions. x est, d'après le précédent, toujours inférieur à 1 et à n, ainsi il faut pour la satisfaction de l'équation, que $(1 - x)(n - x)$ soit un nombre très petit[1]), c'est-à-dire que x soit à très peu près égal à 1 (si $n > 1$) ou égal à n $(1 > n)$.

24. *Si on mêle un acide (fort) à une base (forte), ils se joignent pour la plus grande partie à un sel de telle manière qu'il se forme toujours une quantité de sel un peu plus petite (en équivalents) que celle de l'hydrate, dont on a ajouté la plus petite partie (toujours en équivalents).*

Cela se fait voir de la manière la plus nette si l'on calcule quelques exemples numériques. A ce dessein, nous avons exécuté des calculs sur les mélanges, d'une part d'une base forte (soude caustique) avec un acide fort (acide azotique), de l'autre part d'une base faible (ammoniaque) avec un acide faible (acide borique). Les chiffres, que nous avons employés, ont été pris du § précédent, en admettant que la conductibilité moléculaire du borate d'ammonium soit égale à celle du carbonate d'ammonium (hypothèse qui doit être approximativement juste). Ainsi, nous avons calculé que, si on mélange 1 équivalent de l'acide à n équivalents de la base dans 100 équivalents d'eau, les quantités nommées ci-dessous du sel se forment.

1 équivalent d'acide azotique et n équiv. de soude caustique,		1 équiv. d'acide borique[2]) et n équiv. d'ammoniaque.	
$n = 1/2$.	$x = 0,4999981$.	$n = 1/2$.	$x = 0,245$.
1.	0,998659.	1.	0,404.
2.	0,999998.	2.	0,634.
		3.	0,741.

---

[1]) Si p n'est pas excessivement grande.

[2]) Ici l'acide borique H_3O_3B est prétendu monobasique (d'après M. THOMSEN).

Ce que nous venons de dire s'applique spécialement à la formation des sels d'une base et d'un acide forts, quand même la quantité d'eau, présente à la réaction, serait très considérable. De l'exemple ci-dessus (la formation de $NaAzO_3$), ainsi que de la proposition 24, nous allons tirer cette observation valable pour les sels des acides et des bases fortes:

25. *La quantité de sel formé, lorsqu'on ajoute une base forte à un acide fort, est sensiblement proportionnelle à la quantité de base ajoutée, jusqu'à ce que l'acide soit saturé, après quoi la formation de sel cesse sensiblement.*

Un aspect entièrement autre présentent les chiffres calculés pour la formation d'un sel à constituants faibles, tel que le borate d'ammonium. Dans ce cas, le $\frac{\alpha\delta}{\beta\gamma}$ n'est pas si excessivement grand, de sorte que pour des quantités d'eau (p) assez considérables, il ne faut pas que l'une des expressions $1-x$ et $n-x$ de l'équation (5) soit sensiblement nulle. C'est-à-dire, quoiqu'il y ait de l'acide en excès, la dose libre de la base est pourtant sensible et *vice versa.* Dans ce cas-ci, nous appliquerons l'équation (4), en supposant que toutes les quantités y renfermées, hormis les x et n, soient des constantes et que q (la quantité de sel dès le commencement) soit nul. Cela a été sensiblement réalisé dans les cas cités. Nous trouvons la relation suivante:

$$\frac{dn-dx}{n-x}=\frac{dx}{1-x}+\frac{dx}{p+x}+\frac{dx}{x}$$

qui différenciée à l'égard de x donne:

$$\frac{\frac{d^2n}{dx^2}}{n-x}=\frac{\left(\frac{dn}{dx}-1\right)^2}{(n-x)^2}+\frac{1}{(1-x)^2}-\frac{1}{(p+x)^2}-\frac{1}{x^2}.$$

ou en remplaçant

$$\left(\frac{\frac{dn}{dx}-1}{n-x}\right)^2$$

par sa valeur, tirée de la première équation:

$$\frac{d^2n}{dx^2}=(n-x)\left\{\frac{2}{(1-x)^2}+\frac{2}{(1-x)(p+x)}+\frac{2}{x(1-x)}+\frac{2}{x(p+x)}\right\}.$$

Les quantités x, $(n-x)$, $(1-x)$ et $(p+x)$ étant essentiellement positives, il faut que toujours

$$\frac{d^2n}{dx^2} > 0.$$

Cela se peut rendre en mots de la manière suivante:

26. *Si l'on ajoute une base (faible) à un acide (faible) ou vice versa, il faut pour la formation d'une même quantité de sel (dx), une quantité de base d'autant plus grande (dn) que la formation du sel a procédé plus loin.*

De plus, l'équation (4) fait voir que, si $n > 1$, le facteur de dx, dans le membre gauche, n'est pas d'une grandeur très considérable, parce que $1-x$ diffère sensiblement de zéro; ainsi $\frac{dx}{dn}$ aura une valeur positive sensible même pour $n > 1$, ce qui veut dire:

27. *Si l'on ajoute une base (faible) à un acide (faible) ou vice versa, la formation de sel se continue sensiblement, même après que le nombre des équivalents du corps ajouté a surpassé celui de l'autre corps.*

Les chiffres calculés pour l'acide borique et l'ammoniaque indiquent clairement ces propriétés de la formation de sel, si l'acide et la base sont tous les deux faibles. Entre les deux exemples cités, se trouve une foule de transitions, qui sont réalisées en mêlant un acide fort à une base faible ou *vice versa.* Tout dépend de la grandeur du facteur $\frac{\alpha\delta}{\beta\gamma}$ du membre droit de l'équation (5), ainsi que de la valeur plus ou moins grande (p) de l'eau, présente à la réaction. Les lois déduites ci-dessus ont, depuis longtemps, été bien connues par les chimistes. Elles sont fondamentales et se retrouvent dans la plupart des réactions, c'est-à-dire dans toutes les réactions des électrolytes.

Si, dans l'équation (5), le facteur $\frac{\alpha\delta}{\beta\gamma}$ est un nombre assez petit, comme selon toute probabilité il l'est pour les alcoolates [1]), la quantité de sel formé sera à peu près égale à zéro. Ainsi, si on mêle de l'alcool et une base quelconque, il ne se forme que très peu d'alcoolate. Mais d'après la loi 23, l'équilibre final ne dépend que des quantités relatives des iones, qui y sont renfermés. Ainsi, si l'on ajoute de l'eau à un alcoolate, il se détruit, et il se forme de l'alcool et de l'hydrate. Ici, les rôles sont changés; l'eau est un acide plus fort que l'alcool, ainsi il faut que l'eau déplace à la plus grande partie l'alcool, comme l'acide azotique déplace l'eau d'un hydrate, ce qui se trouve en pleine concordance avec la réalité.

---

[1]) Selon tous les auteurs, l'alcool est un conducteur de l'électricité fort inférieur à l'eau. Au contraire, la conductibilité de l'alcoolate est comparable à celle de l'hydrate. (Voir mon ouvrage sur la conductibilité des solutions alcooliques).

Ce qu'il y a de commun pour tous les cas, c'est la nécessité de regarder l'eau comme un acide (*ou si on aime cela mieux comme une base*), *qui concourt avec les autres acides* (*ou bases*) *renfermés dans l'équilibre.*

Comme selon l'équation (4), $\frac{dx}{dq}$ est toujours une quantité négative, on peut en tirer la conclusion que la présence d'un sel (q) a toujours une influence contraire à la formation du même sel, comme se comporte aussi l'eau. Cependant, la quantité de sel, présente aux réactions, est en général assez petite pour que cette influence ne soit pas notable.

§ 7. **Cas importants de la décomposition double.**

Des formules simplifiées indiquées par un »a«, on peut sans difficulté déduire quelques propositions importantes. De la formule (2 a)

$$(1-x)(n-x)\,\alpha\delta = x^2\beta\gamma$$

on trouve par une discussion, analogue à celle qui précède la proposition 24, que si on mélange deux corps AB et CD les corps AD et CB se forment aussi et cela dans une proportion d'autant plus grande que le quotient $\frac{\alpha\delta}{\beta\gamma}$ est plus grand.

Selon l'équation (4 a), $\frac{dx}{dn}$ est toujours positif, ainsi:

28. *Plus on ajoute d'un corps à un équilibre, plus les corps opposés seront formés.*

Donc, si ce corps est de l'eau, que l'on ajoute à un sel, on a immédiatement la conséquence suivante:

29. *Tout sel dissous dans de l'eau se divise partiellement en acide et en base. La quantité de ces produits de décomposition est d'autant plus considérable que l'acide et la base sont plus faibles, et que la quantité d'eau est plus grande.*

Laissons α et δ être les coëfficients d'activité du sel et de l'eau, β et γ les quantités analogues de l'acide et de la base. Donc, dans la plupart des cas, $\alpha\delta$ est énormément plus petit que $\beta\gamma$. En conséquence, pour de petits n (en cas d'acides forts et de bases fortes, n peut sans inconvénient monter à 10,000), on peut dans la formule (3a) négliger le terme $\frac{\alpha\delta}{\beta\gamma-\alpha\delta}(n+1)$ en comparaison du radical, et ainsi:

$$x = \sqrt{\frac{\alpha\delta}{\beta\gamma-\alpha\delta}\cdot n} \text{ approximativement.} \qquad (6).$$

Si au contraire, n est excessivement grand, on peut écrire le radical sous la forme:

$$\sqrt{\left(1+\frac{\alpha\delta}{\beta\gamma-\alpha\delta}\cdot\frac{(n+1)}{2}\right)^2-\frac{\alpha\delta}{\beta\gamma-\alpha\delta}-1}$$

et ainsi l'expression de x se réduit approximativement à:

$$x = -\tfrac{1}{2}\frac{\alpha\delta\,(n+1)}{\beta\gamma-\alpha\delta}+\left(1+\frac{\alpha\delta}{\beta\gamma-\alpha\delta}\cdot\frac{n+1}{2}\right)\left\{1-\tfrac{1}{2}\frac{\frac{\alpha\delta}{\beta\gamma-\alpha\delta}+1}{\left(1+\frac{\alpha\delta}{\beta\gamma-\alpha\delta}\,\frac{n+1}{2}\right)^2}\right\}$$

ou

$$x = 1-\tfrac{1}{2}\,\frac{\beta\gamma}{\beta\gamma+\alpha\delta\left(\frac{n-1}{2}\right)} = 1 \text{ (approximativement)} \qquad (7).$$

Ces deux formules indiquent que:

30. *A une dilution, qui n'est pas excessivement grande, la quantité de sel divisé est proportionnelle (approximativement) à la racine carrée de la quantité d'eau dissolvante.*

31. *Un sel se divise totalement, si la quantité d'eau dissolvante devient infinie.*

Ce qui a été dit ici sur l'eau peut évidemment s'appliquer à tout autre dissolvant électrolytique.

Sur ce sujet (la division des sels par l'eau) on lit dans l'ouvrage cité de M. BERTHELOT le passage suivant (l. c. p. 199): »La marche de la décomposition par l'eau des sels des acides faibles n'est pas toujours la même. Tantôt elle augmente peu à peu, soit indéfinement avec la dose d'eau, soit en tendant vers une certaine limite..... Tantôt au contraire, la décomposition du sel neutre est accomplie presque intégralement par les premières additions d'eau».

Ainsi: 1:o) les sels des acides forts (avec des bases fortes) ne sont pas décomposés. Selon la proposition 30, ils devraient l'être pourtant. Toutefois, l'exemple du § précédent montre que le sel $NaAzO_3$, par 100 équivalents d'eau, n'est décomposé qu'à 0,13 pour cent. De telles quantités ne peuvent être observées par aucun moyen thermique (moyens que M. Berthelot a employés). Voilà la raison d'admettre, que ces sels ne soient pas décomposés du tout. Toutefois, il est très peu philosophique de prétendre que quelques-uns (la plupart) des sels soient décomposés, et que quelques autres ne le soient pas du tout, au lieu d'admettre que la décomposition actuelle ne soit pas notable, conclusion vers laquelle M. Berthelot semble incliner en quelques passages de son ouvrage cité.

Au contraire, les sels des acides forts avec les bases faibles sont notablement décomposés par l'eau. Les sels ammoniacaux se comportent de cette manière-là. Dans l'ouvrage cité de M. Berthelot, il y en a une foule d'exemples.

2:o) Les sels des acides faibles sont décomposés à un degré notable. Par exemple, le borate d'ammonium l'est par 100 équivalents d'eau à 59,6 pour cent. De telles quantités sont bien notables par les réactions thermiques. Cependant, selon ce qui vient d'être dit, la décomposition doit être illimitée. La raison pourquoi M. Berthelot, dans certains cas, n'a pas trouvé qu'une décomposition limitée consiste probablement en ce que les expériences thermiques ne permettent pas d'employer plus de 1,000 équivalents d'eau, et en ce que la décomposition est, dès le commencement, proportionnelle à la racine carrée de la quantité d'eau ajoutée (plus tard encore moindre), par où la première dose d'eau a un effet égal à celui des trois doses suivantes etc.

3:o) Quant aux sels dont la décomposition est accomplie presque intégralement par les premières additions d'eau, ils sont de tels pour lesquels $\beta\gamma < \alpha\delta$ (alcoolates p. ex). Concernant ces sels, nous en avons parlé assez dans le § précédent.

Nous pouvons nous dispenser d'indiquer l'importance de la proposition 29 pour la chimie, spécialement pour la chimie physiologique, car M. Berthelot l'a déjà fait valoir avec beaucoup de force. Et pourtant, il n'admet pas la proposition générale de la décomposition des sels par l'eau. Nous n'en voulons mentionner qu'une seule application. Il a toujours été très difficile d'expliquer la présence de l'acide chlorhydrique dans l'estomac, ainsi que la raison de l'alcalinité du sang. Si l'on sait maintenant que les chlorures (spécialement $NaCl$), qui sont en grande quantité amenés au corps, sont en partie décomposés, dans une solution atténuée (comme dans le cas actuel), il suffit d'admettre que les bases ($NaOH$) sont emportées à un degré plus haut que l'acide chlorhydrique (par de l'osmose etc.) pour reconnaître l'explication du fait mentionné. Une application analogue de la proposition 29 peut être employée dans d'autres cas semblables [1]).

Comme nous l'avons remarqué, dans ce qui précède (voir la note du § 3), on peut objecter à l'hypothèse de WILLIAMSON et de CLAUSIUS, ainsi qu'à toute autre théorie de l'électrolyse [2]), que les iones doivent réagir chimiquement sur le dissolvant pendant le temps de leur passage à travers de celui-ci. Un essai d'éviter ladite difficulté a été fait par M. HITTORF [3]). Il fait allusion à la grande vitesse avec laquelle les iones traversent le dissolvant, de même à ce que les iones sont soumis aux attractions des iones contraires. Ces deux circonstances nous feraient comprendre pourquoi les iones ne sont pas attaqués par le dissolvant. Déjà à un examen peu profond, on trouve ces essais d'explication moins satisfaisants. Quant à la première raison, M. KOHLRAUSCH [4]) est arrivé à la conclusion que la vitesse des iones ne peut être comparée en grandeur à celle que possède une petite boule de potassium, flottant sur de l'eau. Si par exemple, une force électromotrice d'un volt agit sur une solution de KCl (très atténuée), longue d'un millim., les iones n'auront qu'une vitesse de $^1/_{20}$ millim. par seconde. Les vitesses présentées par la réalité sont, en général, beaucoup plus petites, en vertu des grandes dimensions de la colonne liquide, traversée par le courant. Si au contraire, on admet une attraction entre les iones positifs et négatifs, il est difficile de voir comment cela pourra empêcher les iones d'être attaqués par le dissolvant. Du reste, cette manière de voir est incompatible avec le fait, extrêmement bien constaté, que la quantité d'électrolyte décomposé est proportionnelle à l'intensité du courant (la proposition 17 ci-dessus).

---

[1]) A notre demande sur la valeur de cette explication, M. HAMMARSTEN, professeur à l'université d'Upsala, nous répondit, qu'il serait avantageux pour la chimie physiologique qu'en ce point la théorie développée ici fût acceptée. Nous lui rendons des grâces sincères de ce rensiegnement important.

[2]) Voir: WÜLLNER: Compendium der Physik T. II. p. 522 (1879).

[3]) HITTORF: POGG. Ann. T. 103 p. 16 (1858).

[4]) KOHLRAUSCH: WIED. Ann. T. 6 pp. 199 et suiv. (1879).

Nous venons de voir combien est petite l'influence du dissolvant (en cas de sels des acides forts et des bases fortes), même si le dissolvant se trouve présent en quantité très considérable[1]). Et pourtant, la théorie qui prétend cela est basée sur l'hypothèse de CLAUSIUS et de WILLIAMSON. Qu'un fluide soit électrolysé ou non, la différence, à l'égard des mouvements des iones, n'est autre que celle que leur voie est un peu altérée. Mais la relation des iones au dissolvant reste la même.

Ainsi *la difficulté, qui est inhérente à toute autre théorie de l'électrolyse, savoir qu'une réaction chimique doit se faire entre le dissolvant et les iones, disparait si l'on admet l'hypothèse de* WILLIAMSON *et de* CLAUSIUS, *aussitôt que les développements théoriques faits ci-dessus y sont réunis.*

§ 8. **Equilibres plus compliqués.**

En général, le cas dans lequel quatre électrolytes seulement établissent un équilibre chimique est assez rare. Le cas le plus fréquent est celui où six ou neuf électrolytes agissent les uns sur les autres. Pourtant il n'y a pas de difficulté à établir les équations générales, valables pour un système de $n\nu$ électrolytes, combinés de ν iones positifs et de n iones négatifs. Laissons ces électrolytes être les suivants :

---

[1]) Evidemment, on a omis, dans les calculs, l'activité de l'eau, insignifiante en comparaison de celle des autres électrolytes, renfermés dans une solution saline. Si du potassium est mis en présence de l'eau, elle ne concourt avec aucune autre électrolyte, et ainsi l'influence de la petite activité ne se fait pas voir.

$$\begin{array}{cccccc}
I_1 J_1 & I_1 J_2 & I_1 J_3 & \cdots\cdots & I_1 J_{n-1} & I_1 J_n \\
I_2 J_1 & I_2 J_2 & I_2 J_3 & \cdots\cdots & I_2 J_{n-1} & I_2 J_n \\
I_3 J_1 & I_3 J_2 & I_3 J_3 & \cdots\cdots & I_3 J_{n-1} & I_3 J_n \\
\cdot & \cdot & \cdot & \cdots\cdots & \cdot & \cdot \\
\cdot & \cdot & \cdot & \cdots\cdots & \cdot & \cdot \\
\cdot & \cdot & \cdot & \cdots\cdots & \cdot & \cdot \\
\cdot & \cdot & \cdot & \cdots\cdots & \cdot & \cdot \\
I_{\nu-1} J_1 & I_{\nu-1} J_2 & I_{\nu-1} J_3 & \cdots\cdots & I_{\nu-1} J_{n-1} & I_{\nu-1} J_n \\
I_\nu J_1 & I_\nu J_2 & I_\nu J_3 & \cdots\cdots & I_\nu J_{n-1} & I_\nu J_n
\end{array}$$

et leurs coëfficients d'activité les suivants

$$\begin{array}{cccccc}
a_1^{(1)} & a_1^{(2)} & a_1^{(3)} & \cdots\cdots & a_1^{(n-1)} & a_1^{(n)} \\
a_2^{(1)} & a_2^{(2)} & a_2^{(3)} & \cdots\cdots & a_2^{(n-1)} & a_2^{(n)} \\
a_3^{(1)} & a_3^{(2)} & a_3^{(3)} & \cdots\cdots & a_3^{(n-1)} & a_3^{(n)} \\
\cdot & \cdot & \cdot & \cdots\cdots & \cdot & \cdot \\
\cdot & \cdot & \cdot & \cdots\cdots & \cdot & \cdot \\
\cdot & \cdot & \cdot & \cdots\cdots & \cdot & \cdot \\
\cdot & \cdot & \cdot & \cdots\cdots & \cdot & \cdot \\
\cdot & \cdot & \cdot & \cdots\cdots & \cdot & \cdot \\
a_{\nu-1}^{(1)} & a_{\nu-1}^{(2)} & a_{\nu-1}^{(3)} & \cdots\cdots & a_{\nu-1}^{(n-1)} & a_{\nu-1}^{(n)} \\
a_\nu^{(1)} & a_\nu^{(2)} & a_\nu^{(3)} & \cdots\cdots & a_\nu^{(n-1)} & a_\nu^{(n)}
\end{array}$$

De plus, laissons le nombre d'équivalents, renfermés dans la solution dès le commencement, être:

$$\begin{array}{cccccc}
m_1^{(1)} & m_1^{(2)} & m_1^{(3)} & \cdots\cdots & m_1^{(n-1)} & m_1^{(n)} \\
m_2^{(1)} & m_2^{(2)} & m_2^{(3)} & \cdots\cdots & m_2^{(n-1)} & m_2^{(n)} \\
m_3^{(1)} & m_3^{(2)} & m_3^{(3)} & \cdots\cdots & m_3^{(n-1)} & m_3^{(n)} \\
\cdot & \cdot & \cdot & \cdots\cdots & \cdot & \cdot \\
\cdot & \cdot & \cdot & \cdots\cdots & \cdot & \cdot \\
\cdot & \cdot & \cdot & \cdots\cdots & \cdot & \cdot \\
\cdot & \cdot & \cdot & \cdots\cdots & \cdot & \cdot \\
\cdot & \cdot & \cdot & \cdots\cdots & \cdot & \cdot \\
m_{\nu-1}^{(1)} & m_{\nu-1}^{(2)} & m_{\nu-1}^{(3)} & \cdots\cdots & m_{\nu-1}^{(n-1)} & m_{\nu-1}^{(n)} \\
m_\nu^{(1)} & m_\nu^{(2)} & m_\nu^{(3)} & \cdots\cdots & m_\nu^{(n-1)} & m_\nu^{(n)}
\end{array}$$

et le nombre d'équivalents des mêmes électrolytes formés de nouveau à la fin de l'équilibre:

$$\begin{array}{cccccc}
x_1^{(1)} & x_1^{(2)} & x_1^{(3)} & \cdots\cdots\cdots & x_1^{(n-1)} & x_1^{(n)} \\
x_2^{(1)} & x_2^{(2)} & x_3^{(3)} & \cdots\cdots\cdots & x_2^{(n-1)} & x_2^{(n)} \\
x_3^{(1)} & x_3^{(2)} & x_3^{(3)} & \cdots\cdots\cdots & x_3^{(n-1)} & x_3^{(n)} \\
\cdot & \cdot & \cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot & \cdot \\
\cdot & \cdot & \cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot & \cdot \\
\cdot & \cdot & \cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot & \cdot \\
\cdot & \cdot & \cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot & \cdot \\
\cdot & \cdot & \cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot & \cdot \\
x_{\nu-1}^{(1)} & x_{\nu-1}^{(2)} & x_{\nu-1}^{(3)} & \cdots\cdots\cdots & x_{\nu-1}^{(n-1)} & x_{\nu-1}^{(n)} \\
x_\nu^{(1)} & x_\nu^{(2)} & x_\nu^{(3)} & \cdots\cdots\cdots & x_\nu^{(n-1)} & x_\nu^{(n)}
\end{array}$$

De plus, nous appelons la quantité $a_p^{(q)}\left(m_p^{(q)} + x_p^{(q)}\right) = r_p^{(q)}$ **la masse active** de l'électrolyte J_pJ_q, renfermée dans l'équilibre final. De la même manière qu'au paragraphe 6 ci-dessus, nous trouvons des équations analogues à l'équation (1) du paragraphe cité. Si nous avons le schème:

$$\begin{array}{cccccc}
r_1^{(1)} & r_1^{(2)} & r_1^{(3)} & \cdots\cdots\cdots & r_1^{(n-1)} & r_1^{(n)} \\
r_2^{(1)} & r_2^{(2)} & r_2^{(3)} & \cdots\cdots\cdots & r_2^{(n-1)} & r_2^{(n)} \\
\cdot & \cdot & \cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot & \cdot \\
\cdot & \cdot & \cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot & \cdot \\
r_{\nu-1}^{(1)} & r_{\nu-1}^{(2)} & r_{\nu-1}^{(3)} & \cdots\cdots\cdots & r_{\nu-1}^{(n-1)} & r_{\nu-1}^{(n)} \\
r_\nu^{(1)} & r_\nu^{(2)} & r_\nu^{(3)} & \cdots\cdots\cdots & r_\nu^{(n-1)} & r_\nu^{(n)}
\end{array}$$

et posons:

$$\sum\sum r = \sum_{p=1}^{p=\nu}\sum_{q=1}^{q=n} r_p^{(q)}$$

$$\sum r^{(q)} = \sum_{p=1}^{p=\nu} r_p^{(q)} \qquad \text{et}$$

$$\sum r_p = \sum_{q=1}^{q=n} r_p^{(q)}$$

ces équations mentionnées seront de la forme:

$$r_p^{(q)} \sum\sum r = \sum r_p \sum r^{(q)}$$

Cette formule se transforme en la suivante:

$$\frac{r_p^{(q)}}{\Sigma r^{(q)}} = \frac{\Sigma r_p}{\Sigma\Sigma r}$$

Par transformation cyclique nous trouvons les formules:

$$\frac{r_p^{(1)}}{\Sigma r^{(1)}} = \frac{r_p^{(2)}}{\Sigma r^{(2)}} = \ldots\ldots = \frac{r_p^{(n)}}{\Sigma r^{(n)}} = \frac{\Sigma r_p}{\Sigma\Sigma r}$$

De là on déduit des formules du type:

$$\frac{r_p^{(1)}}{r_p^{(2)}} = \frac{\Sigma r^{(1)}}{\Sigma r^{(2)}}$$

De la même manière, nous trouvons (par transformation cyclique):

$$\frac{r_1^{(1)}}{r_1^{(2)}} = \frac{r_2^{(1)}}{r_2^{(2)}} = \ldots\ldots\ldots = \frac{r_\nu^{(1)}}{r_\nu^{(2)}} = \frac{\Sigma r^{(1)}}{\Sigma r^{(2)}}$$

Et ensuite, nous sommes conduits aux équations finales suivantes:

$$\begin{array}{ccccc}
\dfrac{r_1^{(1)}}{r_2^{(1)}} = & \dfrac{r_1^{(2)}}{r_2^{(2)}} & = \ldots\ldots\ldots = & \dfrac{r_1^{(n)}}{r_2^{(n)}} & \\
\dfrac{r_2^{(1)}}{r_3^{(1)}} = & \dfrac{r_2^{(2)}}{r_3^{(2)}} & = \ldots\ldots\ldots = & \dfrac{r_2^{(n)}}{r_3^{(n)}} & \qquad (A) \\
. = & . & = \ldots\ldots\ldots = & . & \\
. = & . & = \ldots\ldots\ldots = & . & \\
\dfrac{r_{\nu-1}^{(1)}}{r_\nu^{(1)}} = & \dfrac{r_{\nu-1}^{(2)}}{r_\nu^{(2)}} & = \ldots\ldots\ldots = & \dfrac{r_{\nu-1}^{(n)}}{r_\nu^{(n)}} &
\end{array}$$

qui sont évidemment $(n-1)(\nu-1)$ équations indépendantes.

Mais il y a $n\nu$ quantités inconnues $x_p^{(q)}$, qui sont cherchées. Ainsi, il faut encore pour la solution complète du problème $n\nu-(n-1)(\nu-1)=n+\nu-1$ équations nouvelles. Ces équations ne sont pas difficiles à procurer. Observons, en effet, que la quantité (= nombre d'équivalents) d'un ione J_p ainsi que celle d'un ione J_q ne peut pas être altérée par les réactions. De là il suit que:

$$\Sigma x_p = 0 \text{ et } \Sigma x^{(q)} = 0. \qquad \text{(B)}$$

dans lesquels on peut varier p de 1 à ν et q de 1 à n. Ainsi, nous avons évidemment $n + \nu$ équations nouvelles. Mais comme il n'en fallait que $n + \nu - 1$, une des équations ci-dessus n'est pas indépendante. Cela se voit aisément de la manière suivante. Si l'on somme les équations $\Sigma x_p = 0$ entre elles et les équations $\Sigma x^{(q)} = 0$ entre elles, on trouve la même équation toutes les deux fois. Ainsi, si l'on connait $n + \nu - 1$ des équations ci-dessus, on peut en déduire l'équation restante. De sorte que seulement $n + \nu - 1$ de ces équations sont indépendantes.

Donc, nous avons toutes les équations nécessaires pour la solution du problème. L'équation générale du système A est de la forme

$$\frac{r_p^{(q)}}{r_{p1}^{(q)}} = \frac{r_p^{(q1)}}{r_{p1}^{(q1)}}$$

ou ce qui est le même

$$r_p^{(q)} . r_{p1}^{(q1)} = r_p^{(q1)} . r_{p1}^{(q)} .$$

Cette équation contient la proposition suivante:

32. *Quand l'équilibre s'est établi entre un nombre quelconque d'électrolytes, le produit des masses actives de deux électrolytes conjugués est égal au produit des masses actives de leurs deux électrolytes opposés, tout comme si les autres électrolytes ne seraient pas présents.*

Cette proposition extrêmement simple contient la solution du problème général: Si on mélange un nombre d'électrolytes quelconcque dans des proportions quelconcques, quelles réactions s'effectueront?

Par une discussion analogue à celle qui précède la proposition 24, on reconnait sans difficulté que:

33. *Les corps possédant les coëfficients d'activité les plus petits ont la plus grande probabilité d'être formés au dépens des corps opposés.*

§ 9. Applications du paragraphe précédent.

En réalité, le cas se présente le plus souvent que deux électrolytes, dont les quatre iones sont dissemblables, sont permis de réagir l'un sur l'autre dans un dissolvant peu actif (le plus souvent: de l'eau). Nous allons en considérer quelques cas spéciaux importants:

1) Les deux électrolytes sont un acide très actif et le sel d'un acide moins actif. Supposons que les quantités soient, dès le commencement, n et 1 équivalents. Si donc, l'eau n'était pas présente, on aurait l'équation d'équilibre:

$$(n-x)(1-x)\,\alpha\delta = x^2\beta\gamma. \tag{2a}$$

Mais à cause de la présence de l'eau, les sels, dont les quantités seraient $1-x$ et x, font un équilibre avec l'eau, leurs acides et leurs bases respectifs. Ainsi, de petites quantités en sont décomposées par l'eau, et les quantités $(1-x)$ et x seront un peu diminuées, spécialement $(1-x)$, le sel de l'acide moins actif. Laissons les quantités ainsi réduites être $\frac{1-x}{\chi}$ et $\frac{x}{\psi}$. De même, les quantités des acides réactifs $n-x$ et x seront un peu augmentées par ce procédé, spécialement la dernière. Laissons les quantités actuelles être $\lambda(n-x)$ et $\varrho \,.\, x$. Pourtant le calcul indique que le plus grand χ des quantités χ et ψ, ainsi que λ et ϱ, n'est pas un nombre notablement différent de 1 que si $\alpha\delta$ est excessivement grand en comparaison de $\beta\gamma$[1]. L'effet total de l'eau est de diminuer un peu le rapport entre ces deux nombres dans l'équation (2a), comme on peut voir sans difficulté. Posons pour plus de simplicité $\frac{\alpha\delta}{\beta\gamma} \,.\, \frac{\psi \,.\, \lambda}{\varrho \,.\, \chi} = \frac{\alpha\delta}{\beta\gamma} \,.\, \tau$. Donc, nous avons prouvé que τ ne diffère pas sensiblement de l'unité, si $\beta\gamma$ est comparable en grandeur à $\alpha\delta$. Si au contraire, $\alpha\delta$ est excessivement plus grand que $\beta\gamma$, τ différera de l'unité, mais $\frac{\alpha\delta}{\beta\gamma} \,.\, \tau$ sera pourtant un nombre énormement grand; de sorte que dans l'équation actuelle

$$(n-x)(1-x)\frac{\alpha\delta}{\beta\gamma} \,.\, \tau = x^2$$

il faut supposer x à peu près égal à n ou à 1 (si $n > 1$). *Le rôle de l'eau consiste à entrâver un peu le procédé et peut, à voir en grand, être négligé*[2]. Nous sommes donc autorisé d'énoncer la proposition suivante:

---

[1] Un examen superficiel du § 5 fait voir que les quantités ψ, λ et ϱ sont en effet insensiblement différentes de l'unité. Voir spécialement les exemples du paragraphe cité.

[2] La même chose peut se dire de tout autre dissolvant, dont la *masse active* est très petite.

34. *Les acides plus actifs déplacent les acides moins actifs dans les solutions de leurs sels.*

Voilà la proposition qui, *valable pour les bases aussi*[1]), est trouvée dans le paragraphe 5 si bien concorder avec la réalité.

2) Les deux électrolytes sont deux sels fort peu décomposables par l'action de l'eau. Dans ce cas, les électrolytes opposés sont de la même nature[2]). Comme, maintenant, les coëfficients d'activité de ces sels ne diffèrent que très peu entre eux, il faut que dans l'équation

$$(n - x)(1 - x)\,\alpha\delta = x^2\beta\gamma$$

x ait une grandeur comparable à celle de $(n - x)$ ou $(1 - x)$. Ainsi, un »partage» sensible des bases entre les acides s'effectuera.

35. *Si deux sels, dont les quatre iones sont différents, sont dissous dans de l'eau (ou dans un autre dissolvant), les deux autres sels possibles se formeront à un degré tel que leurs quantités seront comparables aux quantités des sels primitifs, lorsque les quatre sels ne sont pas notablement décomposés par le dissolvant.*

Cette proposition fort souvent vérifiée, exprime une opinion généralement acceptée par les chimistes. (Voir aussi l'ouvrage cité de M. **Berthelot**.)

3) Si au contraire, l'un des quatre sels possibles est à un haut degré décomposable par le dissolvant (ce qui est le cas s'il est formé d'un acide faible et d'une base faible), mais non pas les autres[3]), laissons ledit sel être celui dont le coëfficient est β. Un équilibre s'établira donc entre ce sel, son acide, sa base et le dissolvant de telle manière que seulement une certaine fraction $\frac{x}{\varrho}$ reste comme sel dans l'équilibre de la quantité qui s'y trouverait si le sel ne serait pas décomposé. Ainsi, l'équation (2a) prendra la forme

$$(n - x)(1 - x)\,\alpha\delta = \frac{x^2}{\varrho}\,\beta\gamma.$$

---

[1]) La démonstration pour les bases se fait évidemment de la même manière.

[2]) Dans ce cas, c'est évident qu'on peut totalement négliger le dissolvant.

[3]) Qu'il faut supposer composés de la manière suivante: Le sel conjugué audit sel, d'un acide fort et d'une base forte; les deux sels opposés, l'un, d'une base forte et d'un acide faible, l'autre, d'une base faible et d'un acide fort.

Donc, x sera d'autant plus grand, que ϱ est plus grand ($\varrho > 1$), c'est-à-dire:

36. *Dans des solutions de deux sels, dont l'un est constitué d'un acide fort et d'une base faible, l'autre d'un acide faible et d'une base forte, »les acides forts s'unissent de préférence aux bases fortes, laissant les bases faibles aux acides faibles». Les sels des derniers sont naturellement en grande partie décomposés par le dissolvant.*

Cette proposition a été expérimentalement démontrée par M. BERTHELOT, dans l'ouvrage duquel le passage cité se retrouve [1]).

4) Si deux acides faibles concourent pour une même base, M. BERTHELOT croit avoir constaté qu'un partage sensible s'effectue. Selon ce qui vient d'être dit, ce cas doit être un cas spécial de 1), de sorte que si les acides sont à peu près également forts, un partage se fait; si au contraire, l'un d'eux est beaucoup plus fort, il s'empare de la partie de la base, incomparablement la plus grande. Aussi, l'ouvrage de M. BERTHELOT donne des exemples des deux cas. Ainsi, un partage se fait entre les acides cyanhydrique et borique, et le phénol du phénate de potassium est déplacé par de l'acide borique (l. c. p. 623).

§ 10. **Influence des sels acides.**

Les sels, dits acides, sont en général totalement décomposés par l'eau, d'une quantité assez grande [2]). Selon M. HITTORF, les phosphates acides seraient exceptionnels. Pourtant nous avons prouvé que le sel NaH_2PO_4 est en partie décomposé à de grandes dilutions. (Voir I § 19).

Les iones des sels acides sont d'une part le métal et de l'autre part le reste de la molécule. Si donc, on mêle de l'acide sulfurique avec du sulfate de sodium p. ex., une partie de $NaHSO_4$ se formera. Mais le $NaHSO_4$ se comportera comme un autre sel (ne donnera pas H comme ione). De sorte que la partie de l'acide sulfurique conténue dans le $NaHSO_4$ n'aura aucun effet, c'est-à-dire, elle sera totalement inactive (par complexité). Ainsi, il s'établira des équilibres qui ne concorderont pas avec ceux calculés d'après le coëfficient d'activité de H_2SO_4 donné ci-dessus. Ainsi, un équivalent d'un acide, qui forme des sels acides (tels que les acides sulfurique, oxalique etc.), ne peut pas (à peu près) complètement déplacer un équivalent d'un acide plus faible de son sel (comme le prétend la proposition 33). Des exemples de cette circonstance se retrouvent au paragraphe 5. Cela arrive aussitôt que la quantité de l'acide ajouté est trop petite pour le développement complet des sels acides possibles. Voilà le fait par lequel M. Berthelot se croit autorisé de nier l'importance de l'avidité, adoptée par M. Thomsen. Si au contraire, cette limite est surpassée, le procédé se fera de la manière normale. Un grand nombre d'exemples de cette circonstance se retrouvent dans l'ouvrage cité de M. Berthelot, (voir: l. c. p. 219).

---

[1]) BERTHELOT: l. c. p. 712.

[2]) HITTORF: POGG. Ann. T. 106 p. 539 (1858).

Le calcul des quantités relatives des électrolytes renfermés dans un équilibre, où se trouvent des sels acides, se fait de la manière indiquée ci-dessus. Seulement, il faut observer que, si l'acide est τ-basique et qu'un sel acide se forme dans lequel ς atomes H de l'acide sont remplacés par un radical métallique, il se perd, pour chaque équivalent de sel acide formé, $\frac{\tau}{\varsigma}$ équivalents de l'acide. L'équation (2) aura donc la forme:

$$(1 - x)\left(n - \frac{\tau}{\varsigma} x\right) \alpha\delta = (q + x)(p + x)\beta\gamma,$$

où n est le nombre d'équivalents, ajoutés dès le commencement, de l'acide, et 1, p et q sont les les quantités analogues appartenant à la base, à l'eau et au sel. S'il se forme simultanément plusieurs sels (acides et neutres), le calcul sera plus compliqué, ce qui se voit le plus nettement à l'aide d'un exemple. Ainsi, supposé que l'on ait, dès le commencement, du H_2SO_4 et du KCl, il se formera du $KHSO_4$, du K_2SO_4 et du HCl. Si les nombres des équivalents de H_2SO_4 et de KCl sont n et 1 resp., et qu'il se forme x équivalents de K_2SO_4 et y équivalents de $KHSO_4$, l'équation (2a) prendra la forme:

$$(1 - x - y)(n - x - 2y)\alpha\delta = (x\beta + y\beta_1)(x + y)\gamma.,$$

où les α β β_1 γ et δ sont les coëfficients d'activité des KCl $\frac{1}{2}K_2SO_4$ $KHSO_4$ HCl et $\frac{1}{2}H_2SO_4$. Entre les x et y, il y a une relation, qui est aussi une fonction des quantités présentes à l'équilibre des acides libres, du sel neutre et du dissolvant; relation dont il reste encore à déterminer la forme par des méthodes expérimentales.

§ 11. **Equilibre des systèmes hétérogènes.**

Les propositions que nous venons de déduire peuvent s'appliquer sans plus de façons aux systèmes homogènes, c'est-à-dire à de tels systèmes d'électrolytes où ceux-ci sont uniformement mêlés entre eux. Au contraire, si un système est hétérogène, de manière que l'un des électrolytes (on quelques-uns) soit séparé de la solution soit sous forme solide, soit sous forme gazeuse, ces électrolytes ne peuvent agir sur l'équilibre. Ainsi, nous participons aux idées de BERTHOLLET, que »les corps ne réagissent l'un sur l'autre que quand leurs particules les plus petites sont en contact intime», c'est-à-dire qu'il faut pour la réaction que les corps soient dissous dans un même milieu. Ici, nous allons citer un passage de WILLIAMSON [1]), qui lui aussi adhéra complètement aux idées de BERTHOLLET. »Supposons que nous mélangions de l'acide chlorhydrique avec du sulfate d'argent, dissous dans de l'eau, il se fera au premier moment un partage de la base entre les acides, de manière que les quatre composés SO_4H_2, SO_4Ag_2, ClH el $ClAg$ se forment. Donc, il est évident que *le dernier composé, en vertu de son insolubilité dans de l'eau, se séparera de la sphère des réactions, limitée par la solubilité.* Les trois composés, restant dans la solution, continueront d'échanger leurs parties constituantes et occasionneront une formation de nouvelles quantités de $ClAg$, jusqu'à ce que toutes les parties continues dans la solution se soient unies en ce composé, dont une très petite partie seulement reste dissoute dans la sphère des réactions».

Maintenant, abstraction faite de l'activité du dissolvant, ce qui dans les cas ordinaires, peut se faire sans trop d'écart de la réalité, admettons que, de quatre corps formant un équilibre, savoir I_1J_1, I_1J_2, I_2J_1 et I_2J_2 (dont les coëfficients d'activité sont α, β, γ et δ), un est peu soluble (I_2J_2 par ex.). Dans ce cas, une quantité donnée k seulement est dissoute dans le liquide selon des lois bien connues. S'il se forme de nouveau une certaine quantité de I_2J_2, k restera pourtant constant, vu qu'une quantité, égale à celle qui vient de se former, se précipite. De même, si une certaine quantité de I_2J_2 disparaît de la solution, une quantité, égale à celle qui vient de disparaître du précipité

---

[1]) WILLIAMSON. Ann. de Ch. et Pharm. T. 77, p. 37 (1851).

I_2J_2, sera dissoute. (S'il n'y aurait pas de précipité au fond du liquide, le système ne serait pas hétérogène). Ainsi, si nous avons, dès le commencement, mêlé la quantité 1 de I_1J_1 (toujours en nombre d'équivalents) avec une quantité quelconque de I_2J_2, l'équation (2a) aura la forme

$$(1-x)\,\alpha\,.\,k\delta = x^2\beta\gamma,$$

où x est le nombre d'équivalents formés de I_1J_2 et de I_2J_1 (tous les deux supposés solubles). A cause de l'insignifiance de k) I_2J_2 étant peu soluble), il faut que x soit très petit (si $\beta\gamma$ est comparable en grandeur à $\alpha\delta$).

Exactement de la même manière, la déduction peut se faire, si I_2J_2 se sépare de l'autre système sous forme gazeuse. Dans ce cas-ci, I_2J_2 peut même disparaître totalement, si on l'écarte continuellement de la surface du liquide. Donc, $k=0$ et en conséquence aussi $x=0$ (car β et γ sont supposés différer de zéro). Ainsi, nous avons donné une déduction analytique des lois de **Berthollet**:

37. *Si des quatre corps I_1J_1, I_1J_2, I_2J_1 et I_2J_2, l'un I_2J_2 a de telles propriétés physiques qu'il se sépare à la plus grande partie ou totalement de l'équilibre, il se forme de préférence ou exclusivement le corps I_2J_2 et le corps conjugué I_1J_1, et les corps opposés à un degré insignifiant ou nul.*

Ce sont de telles idées qui, en dépit de la thermochimie »font encore lois [1]) dans la science», par ce qu'elles ont été vérifiées dans un nombre énorme de cas.

Si quelqu'un autre corps serait peu soluble dans le dissolvant et se trouverait comme précipité, de sorte que le système serait hétérogène à l'égard de ce corps aussi, il faudrait évidemment admettre la masse active de ce corps égale à $k^1 . \alpha$ ($\alpha =$ coëfficient d'activité), où k^1 est une constante analogue à k.

De même, il faut, dans les équations du paragraphe 8, remplacer les $m_p^{(q)} + x_p^{(q)}$ par des constantes $k_p^{(q)}$, si le système en question est hétérogène à l'égard du corps I_pJ_q.

§ 12. Conséquences de la variation du coëfficient d'activité dans les équilibres homogènes.

Il est clair que, puisque nous avons prétendu le coëfficient d'activité égal à la conductibilité moléculaire (ce qui pourtant n'est qu'une approximation provisoirement nécessaire), il faut que ces deux quantités soient soumises aux mêmes variations. Quant aux variations de celle-ci, elles sont examinées à l'égard de la température et à l'égard de l'atténuation. Concernant la variation à l'égard de la pression, il n'y a aucune recherche publiée sur ce sujet; mais, il semble extrêmement probable que cette variation de la conductibilité soit insignifiante. Cela admis, il faut aussi que:

---

[1]) Voir: **Berthelot**: l. c. p. 658.

38. *L'équilibre d'un système homogène ne varie pas avec la pression.*

A cette proposition, les données de M. BUNSEN [1]) et de M. BERTHELOT [2]) sont entièrement conformes.

Au contraire, le coëfficient d'activité (la conductibilité moléculaire) s'altère beaucoup avec la température [3]). Néanmoins, si l'on ne considère que des solutions assez diluées, le cas sera relativement simple. La conductibilité croît dans une proportion à peu près identique pour tous les sels (environ 2 pour cent par degré). De la même manière, se comportent les bases entre elles (1,9 pour cent par degré) et les acides monobasiques HCl, HBr, HJ, $HAzO_3$ et CH_3COOH entre eux (accroissement environ 1,6 pour cent par degré C.) mais non le H_2SO_4 et le H_3PO_4 (les chiffres correspondants desquels sont 1,2 et 1,0).

Supposons, maintenant, un équilibre entre deux acides [4]) et deux sels, ou entre deux bases et deux sels, ou enfin entre quatre sels, les hydrates seront toujours des corps opposés. Ainsi, abstraction faite de l'influence de l'eau, l'équilibre ne sera pas altéré par l'élévation de la température, car à t°C. l'équation (2a) aura pris la forme:

$$(1-x)\alpha(1+k_1t)(n-x)\delta(1+k_4t)=x^2\beta(1+k_2t)\gamma(1+k_3t)$$

où les k sont les coëfficients de température des électrolytes. Mais comme α et β appartiement tous les deux ou à deux acides, ou à deux bases, ou enfin à deux sels, renfermés dans une solution atténuée, k_1 est égal à k_2. De même k_3 et k_4 sont égaux comme appartenant à deux sels. Ainsi, l'équation écrite ci-dessus est sensiblement égale à toutes les températures et:

---

[1]) BUNSEN. Ann. d. Ch. et Pharm. T. 65 p. 81 (1848).

[2]) BERTHELOT l. c. p. 76.

[3]) Voir: KOHLRAUSCH, WIED. Ann. T. 6 (1879) et la première partie de cet ouvrage.

[4]) Exceptés le H_2SO_4 et le H_3PO_4.

39. *Les quantités relatives de quatre corps tels que les mentionnés, renfermés dans un équilibre, ne varient que très peu avec la température.*

Cette proposition a été vérifiée par M. Ostwald entre 20° C. et 100° C., pour l'équilibre de l'acide chlorhydrique, de l'acide azotique et des deux sels de ces acides et d'une même base. De même, il a montré que ces deux acides ont la même force entre les mêmes températures en les laissant agir sur de l'oxalate de calcium¹).

M. Ostwald a aussi¹) déterminé les nommés »coëfficients d'affinité relative» de divers acides à l'égard de la même base. Il laissa deux acides différents réagir simultanément sur une certaine base (comme p. ex. KOH, MgO etc.). Les acides employés sont HCl, $HAzO_3$ et H_2SO_4. Le »coëfficient d'affinité relative» exprime le rapport entre les fractions de la base, dont les deux acides se sont emparés. Si on mêle $KAzO_3$ avec HCl (de chacun, un équivalent), il se formera x équivalents de KCl et x équivalents de $HAzO_3$, et il restera $(1-x)$ équivalents de chacun de $KAzO_3$ et de HCl. Si les coëfficients d'activité sont β, γ, α et δ respectifs, le x sera donné par l'équation (2 a)

$$(1-x)^2\,\alpha\delta = x^2\beta\gamma$$

et le »coëfficient d'affinité relative» k de $HCl : HAzO_3$ sera

$$k = \frac{x}{1-x} = \sqrt{\frac{\alpha\delta}{\beta\gamma}}.$$

Si au lieu de $KAzO_3$, on prend $NaAzO_3$, les γ et δ conserveront leurs valeurs dans l'équation citée, mais α et β auront changé leurs valeurs en α_1 et β_1. Donc, si $\frac{\alpha_1}{\beta_1}$ est égal à $\frac{\alpha}{\beta}$, k restera aussi le même, c'est-à-dire, le »coëfficient d'affinité relative» aura gardé la même valeur, soit que l'on ait employé comme base de la potasse ou de la soude. Mais, si $\frac{\alpha_1}{\beta_1}$ n'est pas égal à $\frac{\alpha}{\beta}$, k aura aussi changé de valeur

S'il y a une formation de sels acides, il faut calculer le coëfficient d'affinité relative d'après une modification de la

---

¹) Ostwald: Journal für praktische Chemie. T. 16 p. 385 (1877). Probablement, c'est la même raison par laquelle l'équilibre, établi à la formation des éthers, ne varie que très peu avec la température (**Berthelot** l. c. p. 74).

formule 2a, modification donnée dans le paragraphe 10. Cependant, comme la relation par laquelle les quantités de sel neutre (x) et de sel acide (y) sont liées l’une à l’autre, n’est pas bien connue et comme il est nécessaire de connaître cette relation pour le calcul, il est en général impossible de vérifier en ce cas la théorie par l’expérience. Pourtant. d’après les chiffres du paragraphe 5, on peut soupçonner que ce coëfficient des acides $HNO_3 : H_2SO_4$ et $HCl : H_2SO_4$ doit être plus petit, si l’on emploie du ZnO ou du MgO comme base, que si l’on emploie du KOH ou du $NaOH$, ce qui concorde aussi avec les expériences. Du reste par ce que le coëfficient d’activité d’un sel de l'acide azotique est à peu près le même que celui du sel analogue de l’acide chlorhydrique, ce qui est valable pour les acides[1]) eux-mêmes, le coëfficient d'affinité relative de ces acides doit être à peu près égal à l’unité et ne varier que très peu, si l’on varie la base sur laquelle ils sont permis d’agir; ce que l’on voit aussi d'après le tableau ci-dessous pris d'un mémoire de M. OSTWALD[2]).

Tableau du coëfficient d’affinité relative des acides sulfurique azotique et chlorhydrique.

	$2HAzO_3 : H_2SO_4$	$2HCl : H_2SO_4$	$HCl : HAzO_3$
K	2,00	1,94	0,97
Na	2,00	1,92	0,96
NH_3	1,88	1,81	0,96
Mg	1,76	1,74	0,99
Zn	1,61	1,53	0,95
Cu	1,44	1,40	0,97

En un mot, nous croyons avoir vérifié par l’expérience la règle suivante, déduite de la théorie présente:

40. *Si un acide HR réagit sur le sel MR_1 et si α et β sont les coëfficients d’activité des sels MR_1 et MR, le »coëfficient d’affinité relative» entre les acides HR et HR_1 varie à peu près proportionnellement à la racine carrée du quotient* $\frac{\alpha}{\beta}$.

---

[1]) Voir KOHLRAUSCH, WIED. Ann. T. 6, tab. XII (1879) et § 5 ci-dessus.

[2]) OSTWALD: Journal für praktische Chemie. T. 16 p. 417 (1877).

Dans la partie précédente (I § 13), nous avons signalé que les conductibilités moléculaires des divers sels s'approchent les unes des autres, de manière qu'elles semblent, à une atténuation extrêmement grande, s'avancer vers une limite commune. Il s'ensuit que le quotient $\frac{\alpha}{\beta}$ se rapproche de plus en plus de l'unité, et de même, que les différentes valeurs de $\frac{\alpha}{\beta}$ deviennent de plus en plus égales.

Voilà pourquoi *le »coëfficient d'affinité relative» k devient de plus en plus constant si la dilution augmente*, relation que M. Ostwald (l. c.) a cru apercevoir déjà à des dilutions moins énormes.

Pourtant, dans ces circonstances, il faut tenir compte d'un autre phénomène. Les coëfficients d'activité des acides se rapprochent de plus en plus les uns des autres pour une dilution allant en grandissant. (Cela peut aussi se dire des bases).

41. *Par cette raison les »coëfficients d'affinité relative» des acides se rapprocheront de plus en plus de l'unité, si l'on augmente la dilution.*

Car si α se rapproche de β, et γ, de δ, k avancera aussi vers l'unité d'après la formule donnée. Aussi, à ce sujet, M. Ostwald¹) a effectué quelques mesures, qui confirment la justesse de la proposition citée. Ses recherches sur la grandeur du coëfficient d'affinité relative de H_2SO_4 indiquent qu'à des atténuations très grandes, ce coëfficient est »à peu près égal à celui de l'acide azotique, au moins il monte à 0,9» (celui de $HAzO_3$ étant 1), lorsque au contraire, à des dilutions médiocres, ce coëfficient est égal à 0,5 ou moindre encore. Il dit n'avoir pu effectuer de mesures précises. La raison probable de cette difficulté est à chercher dans la variation, avec l'atténuation, du coëfficient à déterminer, ainsi que dans la circonstance que les mesures auxquelles il attribue la plus grande valeur, c'est-à-dire, celles à une dilution extrême, sont très difficiles à exécuter.

M. Ostwald²) a démontré la propriété analogue des bases, en admettant l'invariabilité du coëfficient d'affinité relative k des acides à de grandes dilutions. En effet, on peut

---

¹) Ostwald: Journ. für prakt. Chemie. T. 23 pp. 517—36 (1881).

²) Ostwald l. c.

donner la même démonstration pour les bases que pour les sels, car pour elles aussi l'équation de k donnée ci-dessus est valable, de sorte que si $\frac{\alpha}{\beta}$ ne s'altère pas par la variation de l'acide, employé aux mesures, k aussi est invariable au même égard.

De même, on pourrait démontrer que les »coëfficients d'affinité relative» des diverses bases s'approchent les uns des autres à de grandes dilutions. Quelques expériences sur ce sujet ne semblent pas avoir été exécutées.

A l'invariabilité du dit coëfficient des acides et des bases, si l'on fait varier la substance à partager, M. OSTWALD ajoute une grande importance. Toutefois, celle-ci semble diminuer considérablement, si l'on fait l'observation suivante. Les bases et les acides faibles sont caractérisés par ceci que leurs exposants de dilution sont très petits. Cela veut dire que, même à de grandes atténuations, les coëfficients d'activité (les conductibilités moléculaires) augmentent très rapidement avec la dilution. Si donc, on détermine leurs »affinités relatives» à l'égard d'une base forte ou d'un acide fort, dont les coëfficients d'activité ne varient que très peu avec l'atténuation, on aura à une petite dilution

$$k = \sqrt{\frac{\alpha\delta}{\beta\gamma}}$$

à une dilution plus grande

$$k = \sqrt{\frac{\alpha_1\delta_1}{\beta_1\gamma_1}}$$

où δ et δ_1, sont les coëfficients d'activité de la base ou de l'acide faible γ et γ_1, de même que β et β_1, et α et α_1 sont les quantités analogues de la base forte ou de l'acide fort, ainsi que des deux sels, le tout à deux températures différentes. Mais de ces quantités, les α et α_1, ainsi que β et β_1, γ et γ_1 ne diffèrent que très peu l'un de l'autre, lorsque au contraire δ_1 est très supérieur à δ. Ainsi, il faut que k_1 soit plus grand que k ou:

42. *Les affinités relatives des acides et des bases faibles (comparés à un acide fort ou à une base forte) augmentent considérablement, si la dilution va en grandissant.*

Voilà la raison de ne pas attribuer à ces »coëfficients d'affinité relative» ou »avidités», comme M. THOMSEN les nomme, une trop grande importance. En les croyant constants, on semble avoir incliné fortement à les considérer comme des nombres fondamentaux. Aussi, les déterminations des divers auteurs ne concordent pas bien les unes avec les autres (on a employé des substances différentes au partage), vu que la quantité libre du corps examiné a été très variable (calculée en pour cent de la solution totale).

43. *Comme les coëfficients d'activité des acides différents varient un peu inégalement avec la température, l'affinité relative de deux acides tels doit aussi varier avec la température.*

Ainsi, le coëfficient d'activité de l'acide sulfurique augmente plus lentement que celui des acides monobasiques (entre autres les HCl et $HAzO_3$), d'où il résulte évidemment que l'affinité de H_2SO_4, comparée à celle de HCl ou à celle de $HAzO_3$, diminuera si la température croît. Nous donnerons un calcul approximatif (le seul que l'on puisse produire) du phénomène. Le coëfficient de température de la conductibilité du HCl (ou $HAzO_3$), surpassant de 0,4 % environ celui de H_2SO_4 à 20° C., le k, qui est proportionnel à la racine carrée de la conductibilité, variera d'environ 0,2 % par degré C. à cette température. La valeur du coëfficient de température, valable pour l'acide sulfurique, étant encore moindre à des températures plus élevées[1]), on doit s'attendre à ce que l'affinité relative du H_2SO_4 diminue encore plus fortement à des températures plus hautes. L'expérience concorde avec les raisonnements ci-dessus aussi bien que l'on puisse le demander[2]). M. OSTWALD a trouvé les chiffres suivants de l'affinité relative du H_2SO_4 à HCl à des températures différentes:

à 0° C.	$k = 1:1{,}90$.
20°	$1:2{,}00$.
40°	$1:2{,}02$.
60°	$1:2{,}37$.

Entre 0° et 40°, k varie d'environ 0,15 % par degré, lorsque la valeur approximative calculée est 0,2 %; à des températures plus hautes, la variation est encore plus grande, comme le calcul l'indique.

---

[1]) Voir I § 14.

[2]) On doit observer que, dans ce cas-ci aussi, la formation de sels acides a une influence perturbatrice, et que les chiffres n'ont pas de grande exactitude.

Au contraire, l'affinité relative du $HAzO_3$ au HCl est à peu près constante (elle varie entre 1 : 1,00 et 1 : 1,02 entre 0° C. et 60°), en vertu de l'égalité de leurs coëfficients de température (de la conductibilité).

Une grande partie des observations mentionnées ci-dessus (celles qui ont égard au H_2SO_4) ont été déclarées par M. Ostwald par la formation de sels acides à des dilutions médiocres. Nous ne voulons pas nier que cette cause ne soit aussi coopérante. Nous avons déjà, au § 10, montré qu'une diminution du coëfficient d'activité en est une conséquence. Il s'ensuit que l'affinité relative k aussi doit être diminuée par la formation de sels acides. Pourtant, il semble difficile d'expliquer de cette manière-là la diminution de l'affinité relative du H_2SO_4 par l'augmentation de la température. Il semble bien plus juste d'admettre l'explication donnée ci-dessus.

Enfin, nous allons considérer les phénomènes qui doivent se passer dans une solution saline, si la température s'élève. Pour cela, il faut observer que *le coëfficient de température d'une solution hydratique concentrée est beaucoup plus grand que celui d'une solution hydratique atténuée.* Ainsi, d'après M. Kohlrausch [1]), les coëfficients des solutions diverses sont les suivants:

Acide sulfurique:	concentration	99,4	% coëff. de temp.	0,0426
» »	»	7,73	» » » »	0,0121
Acide phosphorique:	»	87,1	» » »	0,0374
» »	»	4,92	» » » »	0,0099
Acide tartrique:	»	49,53	»	0,0263
» »	»	4,95	» » » »	0,0186
Acide acétique:	»	76,4	» » »	0.0210
»	»	5	» » » »	0,0163
Potasse caustique:	»	41,7	» » »	0,0282
» »	»	4,19	» » » »	0,0188
Soude »	»	42,72	» » » »	0,0710
» »	»	2,61	» » » »	0,0195
Solution ammoniacale:	»	16,15	» »	0,0303
» »	»	0,1	» » » »	0,0247

---

[1]) Kohlrausch: Pogg. Ann. T. 159 p. 233 et Wied. Ann. T. 6 p. 1. (1876 et 1879).

4

Comme cette règle est sans exception connue, il nous semble permis d'attribuer à l'eau, qui est aussi un hydrate, un coëfficient surpassant de beaucoup les coëfficients à peu près egaux entre eux des hydrates atténués[1]). De même, le coëfficient d'une solution saline est sensiblement supérieur à celui d'un hydrate. Si donc, nous avons les équations de l'équilibre d'une solution saline à deux températures différentes savoir:

$$(p + x)x \,.\, \alpha\delta = (1 - x)^2\gamma\beta$$
$$(p + xx) \,.\, \alpha\delta(1 + k_1 t)(1 + k_4 t) = (1 - x)^2\gamma\beta(1 + k_3 t)(1 + k_2 t)$$

où les $(p + x)\alpha$, $x\delta$,$(1 - x)\gamma$ et $(1 - x)\beta$ sont les masses actives de l'eau. du sel, de l'acide et de la base, et k_1, k_2, k_3 et k_4 sont les coëfficients de température de α, β, γ et δ. D'après cé qui vient d'être dit, k_1 et k_4 sont plus grands que k_2 et k_3. Ainsi, il faut que le $(1 - x)$ déduit de l'équation première soit inférieur à celui déduit de la seconde. Mais $(1 - x)$ signifie la quantité de sel décomposé. Nous avons donc démontré la proposition importante suivante:

44. *La quantité de sel décomposé dans une solution est augmentée, si la température de la solution s'élève.*

Ce qui vient d'être dit des solutions aqueuses, peut naturellement aussi se dire des solutions en des dissolvants électrolytiques (selon la loi de HITTORF. Voir: § 4). Autrefois, on a cru pouvoir déduire cette loi capitale par l'hypothèse d'une certaine désagrégation des molécules salines. Certes, la physique fait voir qu'à des températures élevées, selon toute probabilité, les mouvements des molécules salines, ainsi que les mouvements des constituants de la molécule, sont plus vifs qu'à des températures plus basses. Mais cela ne peut pas du tout indiquer la raison pourquoi l'eau attaque les sels plus fortement dans ces cas-là qu'à des températures moins élevées. On masque souvent les difficultés en disant que l'échauffement (ainsi que la dilution) apporte à la solution une énergie étrangère, contraire aux réactions chimiques. Mais quelle est donc la portée des lois chimiques, si elles peuvent être anullées par des causes qui ne disparaissent jamais complètement et dont on ne sait pas calculer l'effet?

---

[1]) Cette conclusion est à un certain degré corroborée par les chiffres trouvés par MM. AYRTON et PERRY et cités par MM. JAMIN et BOUTY dans leur Cours de Physique 3:e éd. T. IV fasc. 1 p. 109. Selon ces chiffres, le coëfficient d'activité de l'eau augmente avec la température dans un rapport surpassant de beaucoup celui de tous les autres corps examinés. Malheureusement nous n'avons pas eu l'occasion de voir le mémoire original (dans les Proceedings of the Physical Society of London II, 178 (1877), de sorte qu'il nous semble trop hardi d'en tirer des arguments concluants.

La loi donnée ci-dessus est si généralement adoptée et vérifiée dans une foule de cas tellement énorme qu'il n'est point du tout nécessaire d'en citer quelques-uns.

§ 13. **Conséquences de la variation du coëfficient d'activité et de la solubilité dans des équilibres hétérogènes.**

L'influence de la variation du coëfficient d'activité a une grandeur beaucoup plus considérable pour les équilibres hétérogènes que pour les équilibres homogènes. Dans ce cas-là, l'équation (2a) prend la forme:

$$(1-x)\alpha \, . \, k \, . \, \delta = x^2\beta\gamma,$$

où k est la quantité dissoute dans le liquide d'un corps peu soluble ou gazeux, $(1-x)$ est la quantité de son corps conjugué, et x les quantités dissoutes des corps opposés. Les coëfficients d'activité sont δ, α, β et γ resp.

Nous examinerons, en premier lieu, l'influence de la pression. Si le corps dont la masse est k est un solide, on peut admettre, ce qui a une probabilité considérable, que ni les conductibilités moléculaires α, β, γ et δ, ni la constante k, proportionelle à la solubilité du solide, soient altérées par la variation de la pression. Ainsi, x conservera sa valeur indépendante de la pression.

45. *Un équilibre hétérogène à l'égard d'un solide est indépendant de la pression* (exercée sur la surface de la solution).

Cette proposition est en pleine concordance avec la réalité selon les recherches de M. Bunsen [1]).

Si au contraire, le corps dont la masse dissoute est k, est un gaz, k sera approximativement proportionnel à la pression du gaz en question sur la surface du dissolvant. Donc, si cette pression est nulle, x sera aussi égal à zéro (car k est nul dans l'équation ci-dessus). Ce cas est réalisé, si on laisse le gaz s'échapper de la surface du dissolvant à mesure qu'il se développe. *Si la pression augmente, k augmentera aussi. Par cette raison, les corps opposés* (dont les masses actives sont $x\beta$ et $x\gamma$) *augmenteront et le corps conjugué diminuera.* Un tel phénomène a été observé dans un grand nombre de cas. Si par exemple, l'un des corps opposés est aussi un gaz (comme le cas est lorsque le H_2S réagit sur un carbonate alcalin) on aura l'équation:

---

[1]) Bunsen: Annalen der Chemie und Pharmacie. T. 65 p. 81 (1848).

$$(1-x)\alpha \, . \, k\delta = k_1\beta \, . \, x\gamma .$$

En donnant à la pression du H_2S une valeur sensible et en écartant l'acide carbonique, qui se dégage, on arrivera enfin au résultat que le k_1 est nul. Mais comme ni le k ni les α, β, γ et δ sont nuls, il arrivera aussi que $1-x$ est nul, c'est-à-dire, que tout le carbonate sera transformé en sulfure. *Vice versa* en laissant à k_1 une valeur sensible et en éliminant le H_2S, on pourra déplacer l'acide hydro-sulfurique d'un sulfure alcalin par de l'acide carbonique.

Pourtant, la quantité du gaz dissous est, dans la plupart des cas, assez petite en comparaison des quantités dissoutes des corps solubles. Dans ce cas, x, c'est-à-dire, les quantités des corps opposés seront aussi assez insignifiantes, de sorte que l'influence du gaz sur l'équilibre n'est pas notable. Ainsi, on ne peut pas, en général, observer les changements de l'équilibre produits par la présence du gaz, si la quantité dissoute d'un des corps opposés n'est pas assez petite. Cela se réalise si ce corps est ou gazeux ou très peu soluble dans le liquide ¹). Ce cas-là a déjà été traité. Mais aussi dans le second cas, on pourra voir l'influence du gaz, car les produits de sa présence se précipiteront et disparaitront ainsi de l'équilibre. Les précipitations des sels métalliques par de l'acide hydro-sulfurique en sont des exemples bien connus.

Une influence à peu près analogue à celle de la pression est exercée par la température, si le corps, à l'égard duquel le système est hétérogène, est solide. La solubilité de ce corps est, comme on le sait, très considérablement augmentée par l'échauffement. Ainsi, la valeur de k dans l'équation (2) croit. Il s'ensuit que x, c'est-à-dire, la quantité des corps opposés aug-

---

¹) MM. GULDBERG et WAAGE ont trouvé que »la masse active d'un corps solide (= peu soluble) est très petite» (Voir: Sur les affinités chimiques. Christiania 1867), ce qui est évident sans aucune hypothèse, si l'on accepte la théorie traitée dans l'ouvrage présent.

mente aussi, tandis que la quantité $(1 - x)$ du corps conjugué diminue. Cette conclusion est vérifiée par toutes les expériences sur ce sujet. On en trouve de nombreux exemples spécialement dans les ouvrages de M. OSTWALD, qui a étudié les phénomènes accompagnant la dissolution de quelques oxalates (CaC_2O_4 ou ZnC_2O_4) par un acide. M. OSTWALD [1]) exprime ladite conclusion de cette manière:

46. »*L'influence de la température sur les quantités dissoutes par un même acide à dilution constante se présente toujours comme une augmentation de cette quantité.*»

Une autre méthode d'accroître la quantité dissoute k du corps peu soluble est d'agrandir le volume de la solution (c'est-à-dire d'ajouter du dissolvant). Dans ce cas, on augmente aussi β et γ, ainsi que α. De même, la solubilité peut être diminuée par la diminution de la concentration, comme nous le verrons bientôt. Pourtant, dans la plupart des cas, ces influences perturbatrices ne pourront pas compenser l'agrandissement du k par l'augmentation du volume. Ainsi,

47. *Une augmentation du dissolvant fait croître les corps opposés, et diminuer le corps conjugué du solide, à l'égard duquel le système est hétérogène* (si les influences perturbatrices ne sont pas trop grandes) [1]).

Maintenant, nous allons rechercher ces causes perturbatrices. Il faut que toute chose qui altère la solubilité du corps, à l'égard duquel le système est hétérogène, altère aussi les quantités des trois autres corps. Comme on le sait bien, il n'est pas rare qu'un sel se dissout en plus grande quantité dans une solution saline, que dans de l'eau pure. Ainsi, M. WURTZ [2]) dit: »Une solution saturée d'un sel peut généralement dissoudre une certaine quantité d'un sel tout différent, et alors elle devient apte à se charger d'une quantité supplémentaire du premier sel». Si donc, les deux sels ont tous les iones inégaux, on pourra peut-être admettre que le phénomène cité soit causé par une décomposition double, mais une telle opinion sera impossible si les sels sont »d'une même base ou d'un même acide. Dans ce cas, qui, semble-t-il, devrait être fort simple, il peut se faire, au contraire, que la solubilité des substances soit accrue, ou bien que celle d'une seule d'entre elles soit augmentée, ou enfin que celles de toutes les deux soient diminuées. Cela résulte d'expériences nombreuses». M. Ostwald raconte aussi [1]) que des expériences exécutées par lui indiquent une solubilité de l'oxalate de calcium dans de l'eau pure, solubilité qui augmente par l'addition des sels $KAzO_3$, $NaCl$ etc. à l'eau dissolvante. De même, la présence de $CaCl_2$ et de HCl augmentera probablement la solubilité du CaC_2O_4, (sel sur lequel M. Ostwald a fait des expériences). Maintenant, si la quantité dissoute (k) du CaC_2O_4 augmente, *les corps opposés augmenteront* et le corps conjugué diminuera. Ainsi, nous voyons que la solubilité de l'oxalate diminuera par la réduction de la concentration des trois autres corps HCl, $CaCl_2$ et $(COOH)_2$, diminution de solubilité qui pourra compenser l'augmentation de la quantité dissoute par l'addition de l'eau.

---

[1]) OSTWALD: Journal für praktische Chemie T. 23, p. 517 et T. 24 p. 486 (1881).

[2]) WURTZ: Dictionnaire de chimie pure et appliquée. T. II, 2, p. 1545, Art. »Solution» (Paris 1876).

Il faut aussi observer que, dans le cas précédent, les sels neutres ajoutés ($KAzO_3$, $NaCl$ etc.) entrent dans des équilibres avec l'acide oxalique et l'acide dissolvant (HCl), par où il se forme des quantités d'oxalate (de K ou de Na etc.) à peu près proportionnelles à la quantité de sel neutre ajouté. Mais ces quantités d'oxalate donnent à l'analyse le même résultat que si une certaine quantité d'acide oxalique était dissoute. Ainsi, l'addition de sels fera en tout augmenter la quantité d'acide oxalique dissous. Cela pourra suffire pour expliquer les résultats obtenus par M. Ostwald, selon lesquels l'acide chlorhydrique dissout une plus grande quantité d'acide oxalique, si l'on y ajoute du chlorure de sodium, résultats probablement inexplicables par la théorie de MM. Guldberg et Waage. A ce qui vient d'être dit, s'attache l'explication d'un phénomène contraire à la théorie de MM. Guldberg et Waage. M. Ostwald [2]) a donné un récit très important de ce phénomène. Si en présence de $CaCl_2$, on laisse une constante quantité de HCl réagir sur de l'oxalate de calcium, il se forme aussi de l'acide oxalique libre, et entre ces quatre corps un équilibre s'établit, représenté par l'équation:

$$(1-x)\alpha \,.\, k\delta = (m+x)\beta(n+x)\gamma,$$

où $(1-x)\alpha$, $k\delta$,$(m+x)\beta$ et $(n+x)\gamma$ ont égard aux masses actives (dissoutes) des HCl, $Ca(COO)_2$, $CaCl_2$ et $(COOH)_2$.

---

[1]) Ostwald: Journal für praktische Chemie. T. 23, p. 209 (1881).

[2]) Ostwald: Journal für praktische Chemie. T. 24. p. 486 (1881).

Dans ces expériences $(1-x)$ ne varie que très peu, de sorte que l'on peut admettre α être constant. Pour plus de simplicité, supposons provisoirement que $k\delta$ soit aussi constant.

Au contraire, les quantités $(m+x)$ et $(n+x)$ varient beaucoup dans l'expérience, ainsi, les β et γ ne peuvent être considérés comme des constantes absolues. Mais, selon la théorie de MM. GULDBERG et WAAGE, l'expression $\frac{(n+x)(m+x)}{(1-x)}$ doit être constante, ce qui ne peut arriver à cause de la variabilité de γ et δ. $n+x$ est varié (dans le tab. I. l. c.) entre 1,008 et 0,068 équivalents (en grammes) par litre (ainsi à peu près entre les »nombres moléculaires» [1]) 1 et $\frac{1}{15}$). De même le »nombre moléculaire» de $(n+x)(=CaCl_2)$ varie simultanément entre les limites $\frac{1}{120}$ et $\frac{1}{15}$. Maintenant, la variation de γ (coëff. d'act. de $CaCl_2$) entre ces limites est à peu près insignifiante en comparaison de la variation simultanée de γ (coëff. d'act. de $C_2O_2O_2H_2$). La conséquence en sera que l'expression $\frac{(m+x)(n+x)}{(1-x)} = \frac{k\,.\,\alpha\delta}{\beta\gamma}$ aura sa valeur la plus grande, quand γ est à son minimum, c'est-à-dire, $(n+x)$ est à son maximum et *vice versa;* l'expression aura sa valeur la plus petite quand $(n+x)$ est à son minimum. Un calcul selon les chiffres de M. LENZ [2]) indique que γ, entre lesdites limites, varie dans le rapport 1 : 2,42, pendant que β variera simultanément dans le rapport 1,14 : 1. Ainsi, $\beta\gamma$ variera dans la proportion 1 : 2,045. (Comme les chiffres sont obtenus par une petite extrapolation, ils ne peuvent prétendre à une grande exactitude). De même, si les suppositions ci-dessus seraient exactes, l'expression $\frac{(m+x)(n+x)}{(1-x)}$ devrait varier entre les resp. limites 2,045 et 1. Le calcul des données de M. OSTWALD rend le chiffre correspondant 1,71 : 1. Donc, la variation n'a pas été aussi considérable que le calcul le montre.

La cause en est à chercher dans deux circonstances différentes (hors l'inexactitude des chiffres employés au calcul). D'un côté, le γ est calculé d'après des chiffres valables pour des solutions *pures* de $(COOH)_2$. Maintenant, la conductibilité d'un électrolyte est diminuée par la présence d'un autre électrolyte, tout comme la »conductibilité moléculaire» diminue avec la concentration. Naturellement. l'influence du sécond électrolyte sera d'autant plus grande que la proportion entre sa masse et celle du premier électrolyte est plus grande. Ainsi, la diminution de γ sera plus grande lorsque $(n + x) = \frac{1}{15}$ que lorsque $(n + x) = 1$, de sorte que la variation de γ n'atteindra pas la proportion de 2,42 : 1. Donc, la variation de $\frac{k\alpha\delta}{\beta\gamma}$ aussi sera moindre qu'entre les limites 2,045 : 1. Certes, la même observation pourra se faire de β, mais les variations de β étant assez insignifiantes en comparaison de celles de γ, on peut négliger cette correction.

---

[1]) La définition de »nombre moléculaire» selon M. KOHLRASCH, voir I, § 7.

[2]) LENZ: Mém. de l'Ac. Imp. des Sc. de S:t Pétersbourg, 7:e Sér. T. 26 N:o 3 (1878), Beiblätter 1878 N:o 12 p. 710.

De l'autre côté, une solution de $CaCl_2$ dissout probablement (comme le font celles de $NaCl$, KCl, $MgCl_2$) l'oxalate de calcium en plus grande quantité que ne le ferait l'eau pure. Cette dissolution doit augmenter avec la quantité $(m + x)$ de $CaCl_2$, de sorte que k augmente avec $(m + x)$. Mais $(m + x)$ est un maximum en même temps que $(n + x)$, (la quantité $(COOH)_2$) est un minimum, c'est-à-dire, que γ et $\beta\gamma$ ont leurs valeurs les plus grandes. Ainsi, le quotient $\frac{k \,.\, \alpha\delta}{\beta\gamma}$ sera plus proche d'être constant, que nous ne l'avons supposé, en admettant k être constant. Ce qui concorde aussi avec la réalité, les nombres respectifs des variations étant 1,71 : 1 au lieu de 2,045 : 1.

Cela est valable pour les expériences citées, lorsque $n = 0$, c'est-à-dire, que l'on n'ajoute pas de l'acide oxalique libre dès le commencement. Mais dans d'autres séries $n > 0$ $(m = 0)$. Dans ces cas, les variations de $\beta\gamma$ seront assez insignifiantes pour ne pas suffire à l'explication de la variabilité du quotient $\frac{k\alpha\delta}{\beta\gamma}$. Au contraire, la quantité de $CaCl_2$ variera très considérablement, savoir entre les »nombres moléculaires» 1 et $\frac{1}{15}$, par où la quantité dissoute k de $Ca(COO)_2$ variera aussi considérablement, ce qui cause la variation du quotient $\frac{k \,.\, \alpha\delta}{\beta\gamma}$. Pourtant, cette variation de la solubilité n'est pas connue, de sorte que l'on ne peut vérifier la théorie par des expériences.

M. OSTWALD a aussi fait varier la température et la concentration à ces expériences, dont les résultats principaux sont reproduits dans les tableaux I, II, III et IV ci-dessous. Dans les tabb. II, III et IV, les variations des quantités $(n + x)$, et aussi des quantités $(m + x)$, ne sont pas aussi considérables que dans le tab· I. Cela peut se dire spécialement du tab. IV. Ainsi les variations de $\frac{k\alpha\delta}{\beta\gamma}$, dont les causes principales sont la variation de $m + x$, si $m > 0$, et la variation de γ, si $n > 0$, doivent être les plus grandes dans le tab. I et les plus petites dans le tab. IV. Les chiffres des tableaux ont égard aux limites des variations des »nombres moléculaires» de $m + x$ et de $n + x$ et aux rapports des valeurs maxima aux valeurs minima du quotient $\frac{k\alpha\delta}{\beta\gamma}$, inscrits dans les tableaux sous le titre $\frac{C\ max.}{C\ min.}$ Dans la partie supérieure des tableaux, n est égal à zéro, dans la partie inférieure m est égal à zéro.

	Tab. I.	Tab. II.	Tab. III.	Tab. IV.
	Temp. 20° C.	Temp. 20° C.	Temp. 100° C.	Temp. 100° C.
$m + x$ ...	1,008 à 0,068	0,202 à 0,0155	1,095 à 0,24	0,222 à 0,052
x	0,0085 à 0.068	0,0019 à 0,0155	0,0946 à 0,24	0,0215 à 0,052
$\frac{C\ max.}{C\ min.}$ ...	1,736 : 1.	1,57 : 1.	1,54 : 1.	1,46 : 1.
x	0,008 à 0.068	0.002 à 0,0155	0,0923 à 0.24	0,0215 à 0,052
$n + x$ ...	1,008 à 0,068	0,202 à 0,0155	1,092 à 0,24	0,222 à 0,052
$\frac{C\ max.}{C\ min.}$ ...	1,71 : 1.	1,58 : 1.	1,49 : 1.	1,46 : 1.

Comme nous venons de le voir, les expériences concordent aussi bien que l'on peut s'y attendre aux raisonnements ci-dessus. M. Ostwald a exécuté quatre séries complètement analogues avec de l'acide azotique, lesquelles ont donné les mêmes résultats que les séries où il a employé de l'acide chlorhydrique.

De ce que nous venons de dire, il est assez évident que les équilibres des systèmes hétérogènes ne présentent pas des rapports aussi simples que M. Ostwald, guidé par la théorie de MM. Guldberg et Waage, a cru y trouver.

§ 14. Action entre des liquides et des solides.

Dans le précédent, nous avons supposé que l'action entre un solide et un liquide, en contact avec celui-là, ne soit pas sensible. Cela n'est qu'une approximation, autorisée aussitôt qu'il est question des équilibres, comme nous le verrons bientôt. Si une action chimique se fait entre le solide et le liquide à la manière d'une décomposition double, par laquelle les iones de l'électrolyte fluide sont séparés, il faut aussi admettre que le solide lui-même a ses particules constituées de deux iones qui ont une certaine liberté entre eux dans leurs mouvements. Il s'ensuit que le solide pourrait conduire l'électricité à la manière des électrolytes. Une telle propriété, quoique très peu prononcée, est constatée dans un grand nombre de cas comme pour le verre, la glace et plusieurs autres substances. Donc, on est autorisé d'attribuer aux solides un coëfficient d'activité dont la valeur pourtant est énormement petite en comparaison de celle des liquides. Il s'ensuit nécessairement de cette manière de voir, qu'une action chimique se réalise à la surface de contact des corps solide et liquide, si tous les deux conduisent l'électricité électrolytiquement. Mais si une quantité, quelque petite qu'elle soit, du solide se dissout dans le liquide, des échangements d'iones se feront entre cette partie et l'électrolyte liquide, de telle manière que le nombre de ces échangements surpassera bientôt ceux qui se font dans le voisinage immédiat de la surface de contact. Cela se voit aisément, si l'on considère la petite étendue que doit avoir ce voisinage immédiat en comparaison du volume du liquide, ainsi que l'insignifiance du coëfficient d'activité du corps solide en comparaison de celui de la partie dissoute du même corps. Donc,

48. *Si un système est hétérogène à l'égard d'un corps solide, dont pourtant une très petite partie est dissoute dans le liquide entourant, on peut négliger les réactions qui se passent à la surface de contact entre le liquide et le solide.*

Evidemment, l'influence des réactions qui se passent dans le voisinage immédiat de la surface de séparation, est proportionnelle à l'étendue de cette surface. Ainsi, l'équation exprimant l'équilibre sera de la forme

$$(1-x)\alpha(k\delta+k_1A\delta_1)=x^2\beta\gamma$$

où $k\delta$ est la masse active de la partie dissoute du corps solide, δ_1 le coëfficient d'activité de la partie solide du même corps, A l'étendue de la surface de séparation, et k_1 un constant. Donc, si l'on ne pourrait négliger le terme contenant

A, il faudrait que l'équilibre fût sensiblement altéré par la variation de la surface A. Mais des expériences nombreuses ont montré que cela n'arrive jamais[1]). De sorte que la proposition ci-dessus est vérifiée dans tous les cas, connus jusqu'ici.

Entièrement d'une autre manière se présente le phénomène, si l'équilibre n'est pas atteint. Si par exemple, on verse de l'acide chlorhydrique dans de l'eau, au fond de laquelle se trouve du carbonate de calcium, la partie dissoute du carbonate sera d'abord transformée en chlorure, et puis les réactions essentielles s'effectueront à la surface de séparation. Ces réactions se passent principalement de telle manière que du HCl et du $CaCO_3$ entrent en des courants circulaires communs. Une partie beaucoup plus insignifiante des réactions s'effectue de la façon que l'eau et le carbonate s'attaquent, de sorte qu'il se forme de l'hydrate de calcium et de l'acide carbonique, après quoi l'acide chlorhydrique agit sur l'hydrate qui vient de se former.

§ 15. **Vitesse des réactions.**

Dans un système homogène, où se trouvent les masses actives $a\alpha$, $b\beta$, $c\gamma$ et $d\delta$ des quatre corps I_1J_1, I_2J_2, I_1J_2 et I_2J_1, il se forme, pendant l'unité de temps, une quantité de I_1J_1 égale à $K_1 \cdot \frac{c\gamma \, . \, d\delta}{V}$, de même qu'une autre quantité $K_1 \frac{a\alpha \, . \, b\beta}{V}$ du même électrolyte se détruit. V est le volume du liquide au sein duquel les réactions s'effectuent, et K_1 est une quantité invariable, dépendante de diverses circonstances, supposées constantes pour tous les électrolytes. (Voir § 6). Ainsi le nombre

$$\frac{K_1}{V} \, (c\gamma \, . \, d\delta - a\alpha \, . \, b\beta)$$

exprime la vitesse avec laquelle le corps I_1J_1 (ainsi que I_2J_2) se forme. Ce nombre exprime aussi, comme on peut le voir sans difficulté, la vitesse avec laquelle les corps I_1J_2 et I_2J_1 se détruisent. On peut donc dire que ce nombre représente la vitesse des réactions. Donc, ce nombre n'est pas proportionnel à l'expression $c\gamma \,.\, d\delta - a\alpha \,.\, b\beta$ seulement, mais aussi proportionnel à $K_1 : V$. Maintenant, dans la plupart des réactions chimiques, la vitesse est trop grande, à cause de la grandeur des α, β, γ et δ, pour pouvoir être mesurée. Jusqu'ici, ce ne sont que les réactions de formation des éthers qui ont été soumises à des mesures exactes, ce qui peut se faire à cause de l'insignifiance des coëfficients d'activité des corps mis en présence, savoir l'eau, l'alcool et l'éther. Ces systèmes sont, au moins dès le commencement, homogènes, si l'on mêle un acide avec de l'alcool. Mais dès le commencement, la vitesse est représentée par

---

[1]) **GULDBERG** et **WAAGE**, Etudes sur les affinités p. 19 (1867), Journ. für prakt. Chemie. T. 19, p. 89 (1879).

$$\frac{K_1 \,.\, c\gamma \,.\, d\delta}{V}$$

où $c\gamma$ et $d\delta$ sont les masses actives de l'acide et de l'alcool. Ainsi, la vitesse sera proportionnelle à $c\gamma$ seulement si l'on emploie toujours le même alcool. Mais γ est plus grand, si l'acide est fort que s'il est faible, de sorte que la vitesse de la formation de l'éther doit être plus grande pour les acides forts que pour les acides faibles. Aussi, l'expérience montre que l'éthérification s'accomplit plus vite si l'on emploie de l'acide azotique que de l'acide acétique¹).

Si au contraire, le système est hétérogène à l'égard d'un corps solide, les réactions se font en général beaucoup plus lentement. Cela dépend de ce que la partie constante du solide contenu au sein du liquide, si elle est détruite par la réaction, ne se renouvelle que très lentement. Car la redissolution de cette partie a lieu dans le voisinage immédiat de la surface séparante, d'où les molécules dissoutes ne se répandent que très lentement par diffusion dans le liquide entourant. Ainsi, la vitesse dépend aussi de la grandeur et de la situation dans le liquide de cette surface, de sorte que la vitesse de la réaction doit être une fonction très compliquée, ce qui est en pleine concordance avec les expériences. Un tel système hétérogène se réalise à la formation des éthers, puisque l'éther se sépare en partie des autres corps réagissants. Cependant, on a fait des calculs sur la vitesse de l'éthérification d'après des formules dans lesquelles diverses constantes sont déterminées à l'aide de l'expérience

---

¹) Voir: BERTHELOT, Essai etc. T. II p. 456 (1879).

elle-même[1]), mais on n'a pas considéré les circonstances signalées ci-dessus, qui exercent une grande influence sur le procédé, de sorte que le calcul est illusoire. Aussi, les observations ne concordent pas très bien avec les calculs. Pourtant, on verra sans difficulté que la diffusion et par cela

49. *La vitesse des réactions dans les systèmes hétérogènes est augmentée par le remuage du liquide.*

De même, on s'aperçoit aisément de l'influence d'une élévation de la température. Parce que, dans le numérateur de l'expression de la vitesse. les quantités α, β, γ et δ, augmentent toutes avec la température, et que le V dans le dénominateur ne s'accroisse que dans une proportion très faible et que la variation de $\alpha\delta$ soit à peu près la même que celle de $\beta\gamma$[2]), il faut en général que la vitesse des réactions augmente considérablement avec la température. Cela pour les systèmes homogènes. Pour les systèmes hétérogènes, la vitesse augmente non seulement par la même raison que pour les systèmes homogènes, mais aussi à cause de l'accroissement de la diffusion avec la température. Ainsi, en général:

50. *La vitesse des réactions augmente par l'élévation de la température.*

Ce fait est bien connu par tous les chimistes. Aussi, il est en pleine concordance avec toutes les mesures effectuées jusqu'ici sur ce sujet[3]).

§ 16. **Calcul d'exemples numériques.**

Selon ce qui vient d'être dit, toute réaction (entre des électrolytes) est déterminée par les masses actives des corps réagissants dissoutes dans le liquide où les réactions ont lieu. Nous avons donné ci-dessus les formules générales, valables pour de telles réactions. Mais, dans ces formules, entrent les coëfficients d'activité qui, en général, dependent des quantités dissoutes des corps, c'est-à-dire, des quantités cherchées. Pourtant, ces coëfficients ne varient que très peu (en général) en comparaison des variations des quantités dissoutes. Ces variations-là sont aussi diminuées par la présence des autres corps réagissants. Ainsi, on peut admettre le coëfficient valable pour une certaine concentration du corps en question, concentration qui, pourtant, ne doit pas trop différer de la concentration actuelle, et à l'aide de ce coëfficient, on calcule les quantités dissoutes des corps. C'est la première approximation: S'il sera nécessaire, on prendra les coëfficients valables pour ces dernières concentrations, et on calculera de nouveau. Le résultat du second calcul ne diffèrera pas sensiblement de celui auquel on parviendrait, si l'on renouvelait le calcul encore quelques fois. Si cependant, le système est homogène, les coëfficients ne varieront en général qu'assez insensiblement, pour que l'on puisse les égaler à des constantes. Pourtant, cela n'est juste que pour des dissolutions assez atténuées, selon les tableaux que nous avons donnés dans la première partie[1]) sur la valeur de l'exposant de dilution. Les vérifications expérimentales de cette remarque se retrouvent dans les ouvrages de MM. GULDBERG, WAAGE, OSTWALD et THOMSEN, qui ont toujours admis que la valeur de $\frac{\alpha\delta}{\beta\gamma}$ est une constante.

---

[1]) GULDBERG et WAAGE: Etudes sur les affinités chimiques pp. 57 et 61 (1867).

[2]) Voir § 12 ci-dessus.

[3]) GULDBERG: Christiania Vidensk. Selsk:s Forhandl. 1864 p. 116; GULDBERG et WAAGE: Etudes sur les affinités chimiques p. 14 (1867); LOTHAR MEYER: Die modernen Theorien der Chemie p. 506 (1883).

La même remarque peut se faire sur les systèmes hétérogènes de telle sorte que les quantités dissoutes des corps ne subissent point de variations trop grandes. Les vérifications se retrouvent aux mêmes endroits que celles pour les systèmes homogènes.

§ 17. Conservation du type et affinités prédisposantes.

Outre les décompositions doubles, caractéristiques pour les électrolytes, il existe une autre classe de réactions chimiques, les additions et les substitutions simples. Les électrolytes peuvent aussi être soumis à ces réactions-là. Mais en ce cas, les iones ne se séparent pas et ainsi, il n'y a pas de courants circulaires. Par cette raison, ces réactions ne peuvent pas être prévues d'après la théorie développée ci-dessus, au moins non pas dans son état actuel. Ce qui est caractéristique pour les réactions mentionnées ci-dessus, c'est qu'elles s'effectuent par nécessité sans le concours de conditions extérieures favorables. Ce n'est pas de même des réactions de la seconde classe. Elles ne s'effectuent pas sans des conditions extérieures, dont l'influence est souvent assez inexplicable; elles se font donc, dans la plupart des cas, d'une manière brusque et irréversible, quelquefois même explosive. Ce que nous voulons maintenant remarquer, c'est qu'elles n'ont lieu que »dans des conditions extrêmes». (Berthelot).

---

[1]) Les exposants de dilution indiquent combien la résistance d'une dissolution augmente, si l'atténuation en augmente dans la proportion de 2 : 1. Donc, si l'exposant de dilution est δ et que le coëfficient d'activité soit α avant l'atténuation, ce coëfficient sera $\frac{2\alpha}{\delta}$ après l'atténuation. A des atténuations assez grandes, cet exposant ne diffèrera pas beaucoup du nombre 2 (pour les sels, les bases fortes et les acides forts). Par cette raison, le coëfficient d'activité ne variera pas notablement avec la dilution. Les autres corps, présents à la réaction, rendront la variation encore plus insensible, comme nous venons de le remarquer.

D'après ce qui a été dit aux paragraphes précédents, tous les électrolytes sont constitués d'après le type IJ, où I et J sont les deux iones qui s'échangent entre des électrolytes différents, mis en présence les uns des autres. Mais par cet échangement, il ne se forme que des électrolytes (voir § 4), de sorte que le type est toujours conservé. Si, par exemple, on a le sel $K_4(CAz)_6Fe$, ce sel est du type $K - \frac{(CAz)_6Fe}{4}$ d'après les recherches de M. Hittorf. Donc, si ce sel est mis en présence d'autres électrolytes, de doubles décompositions auront lieu, qui pourtant toutes conduisent à la formation d'électrolytes de la constitution $M - \frac{(CAz)_6Fe}{4}$, où M est un radical métallique. Ainsi, le Fe (séparé de C_6Az_6) ne paraîtra jamais comme ione positif, d'où il s'ensuit qu'il ne se formera jamais de sels de fer proprement dits par de tels procédés. C'est un fait bien connu que la présence de Fe dans le sel $K_4(CAz)_6Fe$ ne peut pas être découverte par des réactifs communs, qui sont tous des électrolytes. La conservation du type est, en effet, un facteur si important qu'elle a été employée pour l'explication d'un grand nombre de réactions, qui contredisent certaines théories chimiques, par ex. celle du »principe du travail maximum». L'auteur de ce principe, M. Berthelot, admet aussi que »les phénomènes chimiques sont déterminés d'une part par la tendance générale à la conservation du type moléculaire initial, et de l'autre part par la tendance de tout système vers l'état qui répond au maximum de la chaleur dégagée»[1]).

Une notion autrefois très répandue et qui a encore des partisans nombreux, quoiqu'elle soit très peu philosophique, est celle de l'influence d'une affinité prédisposante. Cette influence consiste, en général, en ce que sous certaines conditions un composé ne se forme, que si l'on met en présence un autre corps avec lequel ce composé-là pourra entrer dans une combinaison »stable». Si la réaction, par laquelle ledit composé se forme, est limitée, de sorte qu'il ne se forme qu'une quantité insensible du composé, il n'est pas difficile d'expliquer l'influence du corps mis en présence. En entrant dans une combinaison avec le composé, qui vient de se former, il entraîne ce composé du champ de réaction, de sorte que de nouvelles doses du composé se formeront et ainsi de suite. Pourtant, ces »affinités prédisposantes» se manifestent surtout à des réactions entre des non-électrolytes. Dans son ouvrage excellent M. **Berthelot** ne cite que deux réactions entre des électrolytes et de l'espèce que l'on a expliquée autrefois par l'hypothèse d'une affinité prédisposante. L'un de ces cas est la formation plus rapide de l'éther, si l'on emploie de l'acide azotique au lieu de l'acide acétique. Ce cas a déjà été traité au paragraphe 15 ci-dessus. Voici l'autre cas: »La double décomposition entre un éther d'hydracide et un sel est lente, et même elle ne s'accomplit bien que vers 150 à 200 degrés: par exemple, si l'on opère avec de l'éther iodhydrique et un sel de potasse. Au contraire, elle a déjà lieu à froid entre l'éther iodhydrique et l'acétate d'argent»[2]). La raison en est évidemment que dans le dernier cas, il se forme de l'iodure d'argent, qui est à peu près insoluble et se précipite, de sorte que sa présence n'empêche pas la réaction de s'accomplir.

§ 18. Electrolytes fondus.

C'est un fait bien constaté que les sels fondus sont aussi électrolytes. Ces électrolytes doivent être soumis aux mêmes lois que les électrolytes dissous. Mais les électrolytes fondus étant très peu examinés, il suffira de constater que M. Ost-

---

[1]) **Berthelot**: l. c. p. 471.
[2]) **Berthelot**: l. c. p. 455.

WALD dans un ouvrage récent[1]) a indiqué que dans un liquide fondu, contenant les quatre électrolytes I_1J_1 I_2J_2 I_1J_2 et I_2J_1 un équilibre s'établit entre ces corps. Ainsi, l'expérience et la théorie concordent sur ce point.

Cela pour les systèmes homogènes. Si l'équilibre est hétérogène, les lois déduites ci-dessus sont aussi applicables. Ainsi, des acides très faibles (comme p. ex. l'acide borique, l'acide silicique etc.), qui ne sont pas gazeux à de hautes températures, peuvent déplacer les acides forts (l'acide chlorhydrique, l'acide azotique et l'acide sulfurique), parce que ceux-ci sont volatils à ces hautes températures et s'échappent de l'équilibre sous forme gazeuse.

§ 19. Cas auxquels les lois de BERTHOLLET ne sont pas applicables.

M. BERTHELOT[2]) cite dans son ouvrage quelques cas auxquels les lois de BERTHOLLET ne sont pas applicables. Tous ces cas peuvent être compris en les deux cas généraux suivants. Ou un hydrate faible ne peut pas déplacer un hydrate plus fort, quoique l'un des produits du déplacement soit peu soluble, ou un acide volatil (chlorhydrique et azotique) déplace en partie un autre acide (sulfurique), quoique cet acide-ci ne soit pas volatil.

Le premier cas général est représenté par la formule:

$$(1-x)^2\alpha\delta = x^2\beta\gamma \lesseqgtr k^2\beta\gamma,$$

où l'hydrate faible et le sel de l'hydrate fort sont présents en quantités équivalentes (dès le commencement supposées égales à 1), et où k est la quantité soluble du corps peu soluble. α est le coëfficient d'activité de l'hydrate faible, δ celui du sel conjugué, et γ et β sont ceux des corps opposés. Si donc, une quantité (en équivalents) égale à x des corps conjugués est transformée en corps opposés, l'équation ci-dessus est valable. Mais comme il faut qu'il ne se forme pas de précipité, x doit évidemment ne pas surpasser k, ce qui est exprimé par l'inégalité ci-dessus. Si $x \leqq k$, il faut que $1-x \geqq 1-k$. Ainsi, on peut *à fortiori* prétendre que:

---

[1]) OSTWALD: Journal für praktische Chemie. T. 25 p. 1 (1881).

[2]) BERTHELOT: l. c. pp. 419 et 657 et suivv.

$$(1-k)^2 \alpha\delta \overset{=}{<} k^2 \beta\gamma$$

ou

$$\frac{k}{1-k} \geqq \sqrt{\frac{\alpha\delta}{\beta\gamma}}.$$

Si cette inégalité est satisfaite, il ne se forme pas de précipité. Si β appartient à l'hydrate déplacé fort, $\frac{\alpha}{\beta}$ est une très petite quantité, en général, d'autant plus petite que la concentration est plus grande (Voir §§ 5 et 12 ci-dessus). Au contraire, $\frac{\delta}{\gamma}$ ne diffère pas considérablement de l'unité (au moins non pas au même degré que la valeur de $\frac{\alpha}{\beta}$). Ainsi, il peut bien arriver que, quoique k soit très petit, l'inégalité ci-dessus soit satisfaite, c'est-à-dire, il ne se forme pas de précipité.

Puis, il faut expliquer comment l'acide chlorhydrique peut déplacer l'acide sulfurique. Pour que les lois de BERTHOLLET soient applicables, il faut que le corps volatil soit écarté du liquide où l'équilibre a lieu. Mais si l'on mêle de l'acide chlorhydrique avec un sulfate ou plutôt de l'acide sulfurique avec un chlorure, il n'y a pas de perte sensible de l'acide chlorhydrique libre, de sorte que la masse active de cet acide n'est pas sensiblement diminuée. Ainsi, on peut et doit regarder un tel système comme homogène, d'où il s'ensuit qu'un partage doit se faire entre les deux acides, ce qui arrive aussi en réalité.

Les déplacements des acides faibles (tels que l'acide borique) par les acides forts ont aussi été cités comme un exemple contraire à la théorie de BERTHOLLET. Nous avons déjà (au § 9) fait voir que ces phénomènes sont en accord parfait avec la théorie développée ci-dessus.

Nous croyons donc avoir prouvé que les objections faites à la théorie de BERTHOLLET, sont évitées par la théorie présentée ici.

§ 20. Dégagement de chaleur aux réactions chimiques.

Comme nous le savons, M. THOMSEN[1]) prétend que toutes les bases, si elles existent sous forme d'hydrates dissous, dégagent la même quantité de chaleur en neutralisant la même quantité d'un acide. Cette circonstance simple s'appelle »thermoneutralité saline». Au contraire, tous les acides ne dégagent pas la même quantité de chaleur en s'unissant à une même base, circonstance qui a paru très bizarre aux savants de la thermochimie. D'après ce que nous venons de dire, cela ne semble pourtant pas impossible d'expliquer. Il est évident que la parité entre deux hydrates, sous le point de vue thermochimique, ne peut avoir lieu que si tous les deux sont en *état actif.* Dans l'état inactif, les composés analogues ne jouent pas le rôle d'hydrates (acides ou bases), puisqu'ils ne peuvent s'unir à un hydrate d'une autre nature (de signe contraire) et former de l'eau et du sel. Ainsi, au lieu de prétendre comme le fait M. THOMSEN, que les hydrates soient en »forme dissoute», nous supposons qu'ils soient en état actif. Après cela, nous émettrons l'hypothèse suivante, très naturelle.

Le procédé chimique à cause duquel un système d'un équivalent d'acide (actif) et d'un équivalent de base (aussi active) se transforme en un nouveau système, consistant d'un sel (non compliqué) et de l'eau, est accompagné d'un même dégagement de chaleur indépendant de la nature des hydrates.

Les procédés divers qui s'effectuent à la neutralisation d'un acide par une base (les hydrates sont supposés en partie inactifs), sont les suivants:

1. Neutralisation entre les parties actives des hydrates.
2. Formation nouvelle des parties inactives en parties actives.
3. Neutralisation des parties actives nouvellement formées.
4. Formation de complexes moléculaires du sel produit.
5. Solidification possible du sel.

---

[1]) THOMSEN; Thermochemische Untersuchungen. T. I (1882).

Entre ces cinq procédés, c'est la somme des dégagements de chaleur, accompagnant les procédés 1 et 3, qui doit être constante, si un équivalent de sel se forme.

L'existence des procédés 2, 4 et 5 explique comment le dégagement de chaleur peut être aussi inégal dans les divers cas. Le procédé 4 doit évidemment être accompagné par un dégagement de chaleur, comme consistant dans un resserrement entre les molécules. Pourtant, ce dégagement doit, selon toute probabilité, être assez petit en comparaison de ceux des effets chimiques proprement dits. Ainsi, il arrive pour les bases et les acides forts, que la chaleur, dégagée à la formation de leurs sels, est à peu près constante (si le procédé 5 ne complique pas les résultats). Car dans ce cas, le procédé 2 n'a pas la même influence que si les hydrates étaient faibles (peu actifs), de sorte que la chaleur, absorbée par ce procédé, peut être négligée. Ladite constance des chaleurs de formation des divers sels, dont les constituants sont forts, a motivé l'hypothèse de M. THOMSEN. Ci-dessous nous reproduisons quelques chiffres d'après l'ouvrage de M. BERTHELOT.

Chaleurs de formation de quelques sels en dissolutions étendues d'après MM. BERTHELOT *et* THOMSEN.

	HCl[1]	$HAzO_3$	CH_3COOH	$HCOOH$	$^1/_2(COOH)_2$	$^1/_2H_2SO_4$	$^1/_2HSH$	$HCAz$	$^1/_2CO_2$
$NaOH$	13,7	13,7	13,3	13,4	14,3	15,85	3,85	2,9	10,2
KOH	13,7	13.8	13,3	13,4	14,3	15,7	3,85	3,0	10,1
AzH_3	12,45	12,5	12,0	11,9	12,7	14,5	3,1	1,3	5,3
$^1/_2Ca(OH)_2$	14,0	13.9	13,4	13,5	18,5	15,6	3,9	—	9,8
$^1/_2Ba(OH)_2$	13,85	13,9	13,4	13,5	16,7	18,4	—	—	11,1
$^1/_2Sr(OH)_2$	14,1	13,9	13,3	13,5	17,6	15,4	—	—	10,5

Selon le paragraphe 21 de la partie précédente, entre les sels des acides forts (qui sont cités dans le tableau ci-dessus), les sulfates des métaux alcalins sont les plus compliqués, puis les sels des métaux alcalino-terreux et des acides monobasiques HCl et $HAzO_3$ et les moins compliqués sont les sels des mêmes acides et des métaux alcalins. Le tableau montre aussi que les premiers sels ont la chaleur de formation la plus grande, les derniers, la plus petite. Ainsi nous trouvons vérifié que:

---

[1] Les chlorures, les iodures et les bromures ont la même chaleur de formation (BERTHELOT: Essai. T. I p. 383).

51. *En naissant, la complexité est accompagnée par un dégagement de chaleur.*

AzH_3 dégage moins de chaleur à la neutralisation que ne le font les bases fortes (spécialement les KOH et $NaOH$). Mais comme la complexité des sels d'ammonium est approximativement la même que celle des sels de potassium et de sodium, l'explication ne saurait être cherchée dans une complexité inégale. Evidemment, l'explication consiste en ce que le procédé 2 est accompagné par une absorption de chaleur. Cela n'a rien d'étonnant, vu que les parties actives diffèrent des parties inactives à cet égard que les iones de celles-là possèdent un certain mouvement (énergie), qui manque totalement aux iones de celles-ci. Pour provoquer ce mouvement, il faut naturellement de la chaleur. Selon les recherches de M. KOHLRAUSCH, l'activité (c'est à dire la conductibilité) ou, ce qui revient au même, la fraction active d'un électrolyte augmente par l'échauffement, circonstance déjà indiquée dans le mémoire de M. CLAUSIUS sur les mouvements des iones[1]).

Donc, nous sommes autorisé d'énoncer la proposition suivante:

52. *La transformation de l'état inactif en l'état actif d'un hydrate (faible) est accompagnée par une absorption de chaleur.*

Maintenant, si l'un des réactifs (l'acide ou la base) ou surtout si tous les deux sont faibles (peu actifs), une concurrence notable s'établit entre l'hydrate faible et l'eau dissolvante, de sorte qu'il ne se forme qu'une fraction de la quantité de sel qui se formerait, si l'eau n'était pas mise en présence. Par cette raison aussi, la chaleur dégagée, si on mélange des équivalents d'acide et de base faibles, sera inférieure à la chaleur dégagée par les bases et les acides forts.

Ainsi, le tableau indique que, bien que la complexité des acétates soit plus grande que celle des azotates et des chlorures, la chaleur de formation des acétates est (un peu) inférieure à celle des azotates et des chlorures. A un degré beaucoup plus grand, cela est valable pour les sels des acides carbonique, sulfhydrique et cyanhydrique, qui aussi, selon toute probabilité (voir: § 5), ont un coëfficient d'activité fort inférieur à celui de l'acide acétique. Nous avons donc prouvé que:

---

[1]) CLAUSIUS: POGG. Ann. T. 101 p. 347 (1857).

53. *A la neutralisation, un acide faible dégage* **en général** *moins de chaleur qu'un acide fort. Une proposition analogue est valable pour les bases.*

Puisque maintenant pour les sels, il arrive que l'activité est d'autant plus petite que la complexité est plus grande (voir § 2), et que la formation de complexes moléculaires, selon la proposition 50, est suivie d'un dégagement de chaleur, il faut que, pour les sels aussi, la transformation de l'état inactif en l'état actif soit accompagnée par une absorption de chaleur. Mais, selon la proposition 33, les corps doués de la plus petite activité, ont la plus grande chance d'être formés. Ainsi il s'ensuit que:

54. *Aux réactions chimiques entre des électrolytes, les corps se forment* **en général** *au degré le plus haut, la formation desquels est accompagnée du dégagement de chaleur le plus grand.*

Voilà le »principe du travail maximum» modifié. Ce principe doit être valable *en général,* mais non pas toujours. L'expérience a, depuis longtemps, donné la vérification de la proposition précédente[1]).

Si l'on se borne aux acides et aux bases, dont les sels ne sont que peu décomposables par l'eau, et abstraction faite de la différence de complexité de ces sels et du dégagement de chaleur différent, produit par cette complexité (dégagement assez faible d'après ce que nous venons de voir), les déductions suivantes se feront sans difficulté. Dans ce cas, le dégagement de chaleur se compose des parties nommées ci-dessous:

1) Absorption de chaleur par la transformation de l'acide de l'état inactif en l'état actif.

2) Absorption correspondante, produite par la transformation de la base.

3) Dégagement de chaleur, produit par la neutralisation des hydrates actifs.

---

[1]) Voir: LOTHAR MEYER: Die modernen Theorien der Chemie p. 452 (1883).

4) Dégagement de chaleur par de la solidification possible.

Représentons le dégagement total de chaleur par T et ses parties citées sous 1) à 4) par t_1 t_2 t_3 et t_4. Donc

$$T = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$$

$$(T - t_4) = t_3 + t_1 + t_2$$

t_3 est selon l'hypothèse ci-dessus constant (k) ainsi

$$T - t_4 = k + t_1 + t_2.$$

Maintenant, il est évident que t_1 est complètement indépendant de la nature de la base employée à la neutralisation, et que t_2 est indépendant de l'acide employé. Ainsi nous avons démontré que:

55. *Le dégagement de chaleur, produit par la neutralisation d'un acide A au moyen d'une base B (moins la chaleur de solidification possible), est égal à une constante, plus un dégagement de chaleur (t_1) dépendant seulement de la nature de l'acide, plus un autre dégagement de chaleur (t_2) dépendant seulement de la nature de la base.*

Cette proposition a été vérifié par les expériences de M. THOMSEN[1]).

§ 21. Chaleur d'activité.

Pour plus de simplicité, nous nommons la chaleur dégagée par la transformation de l'état actif en l'état inactif d'un certain corps, la »*chaleur d'activité*» de ce corps.

Maintenant, si un acide s'unit à une base (tous les deux supposés complètement actifs), on est autorisé de regarder ce procédé comme le déplacement d'un acide faible (l'eau) de son sel (l'hydrate basique) par un acide plus fort[2]). Donc, si l'eau serait parfaitement active (ainsi que les sels de l'acide fort et de l'eau), la chaleur de neutralisation de l'eau (considérée comme acide) devrait être précisement égale à celle de l'acide fort d'après l'hypothèse émise ci-dessus. C'est-à-dire, aucun dégagement de chaleur n'aurait lieu. Si donc, cette eau parfaitement active se transforme en eau inactive, sa chaleur d'activité sera rendue libre. En effet, il faut admettre que l'eau, immédiatement après sa formation, est parfaitement active car elle se forme par la collision des deux iones H et OH doués de mouvement. Mais cette activité se perd instantanément, par où de l'eau ordinaire à peu près inactive résulte. Ainsi nous avons montré que

---

[1]) Voir: LOTHAR MEYER: Die modernen Theorien der Chemie p. 436 (1883).

[2]) On pourrait aussi bien considérer l'eau comme une base faible et l'acide comme le sel correspondant. Le résultat serait le même.

56. *La chaleur de neutralisation dégagée par la transformation d'une base et d'un acide parfaitement actifs en eau et en sel non-compliqué, n'est que la chaleur d'activité de l'eau.*

On pourrait donner le nom de »*thermoneutralité des électrolytes parfaitement actifs*» à l'état traité. Cette thermoneutralité se lie intimement à l'hypothèse de WILLIAMSON et de CLAUSIUS. Si deux ou plusieurs molécules électrolytiques échangent des iones (ce qui implique que ces molécules sont parfaitement actives), aucun dégagement de chaleur n'aura lieu. Aucun travail ne s'effectuera non plus à cet échangement. Les iones sont complètement libres dans leurs mouvements les uns autour des autres, de sorte qu'ils ne s'unissent pas de préférence à l'un des iones (de signe contraire) plutôt qu'aux autres. Voilà la raison de prétendre que la probabilité d'un ione de rencontrer un autre ione (de signe contraire) est la même, quel que soit cet ione-ci, hypothèse sur laquelle la théorie développée ci-dessus est fondée.

Maintenant, il faut observer que l'activité consiste en un mouvement des iones, mais avant que ce mouvement puisse avoir lieu, il faut désagréger la molécule électrolytique composée de ces deux iones. Cela pour les hydrates. Chez les sels, l'inactivité est fondée sur la complexité des molécules, et pour rendre un sel plus actif, il faut en diviser les complexes moléculaires, au moins en partie. Ainsi, pour la transformation d'un électrolyte quelconque de l'état inactif en l'état actif, il faut employer un certain travail intérieur de désagrégation. Ce travail est fourni par l'élévation de la température, car tous les électrolytes deviennent plus actifs si la température augmente. Ainsi, il faut employer plus de chaleur pour élever la température d'un corps, s'il est électrolytique que s'il ne l'est pas. Mais les électrolytes sont en général des liquides, et les corps solides ne possèdent pas des propriétés électrolytiques qu'à un degré à peu près insensible (voir paragraphe

14 ci-dessus). Ainsi, il paraît assez probable que les corps électrolytiques doivent avoir une chaleur spécifique plus grande à l'état liquide qu'à l'état solide. Mais, comme il existe des corps qui, par raison de leur composition, ne sont pas électrolytes (p. ex. des corps simples), si ces corps ont une différente chaleur spécifique à leurs deux états solide et liquide, la différence ne doit pas, *en général* être aussi marquée que pour les corps électrolytes. En effet, cela se comporte de telle manière, comme le montre aussi le tableau ci-dessous reproduit d'après l'ouvrage de M. BERTHELOT (voir Tome I, p. 459).

Chaleurs spécifiques moyennes sous les deux états solide et liquide.

Noms des corps.	État solide.	État liquide.
Brome (160)	13,3 (—78° à —25°)	18,1 (13° à 58°)
Iode (254)	13,7 (20° à 107°)	27,5 (107° à 180°)
Phosphore (62)	11,8 (7° à 30°)	12,7 (50° à 100°)
Soufre (64)	12,8 (13° à 97°)	15,0 (120° à 150°)
Mercure (200)	6,4 (—78° à —40°)	6,7 (10° à 100°)
Gallium (70)	5,5 (12° à 23°)	5,6 (13° à 120°)
Plomb (207)	6,50 (0° à 100°)	8,3 (350° à 450°)
Étain (118)	6,63 (0° à 100°)	7,5 (250° à 350°)
Bismuth (208)	6,41 (0° à 100°)	7,5 (280° à 380°)
Eau (18)	9,0 (—20° à 0°)	18,1 (0° à 100°)
Azotate de potasse (101)	24,2 (0° à 100°)	33,5 (361° à 435°)
Azotate de soude (85)	23,7 (0° à 100°)	35,9 (320° à 430°)
Chlorure de calcium (109,5)	37,6 (—21° à +3°)	60,1 (33° à 99°)
Phosphate de soude (358)	146,8 (—21° à +3°)	267,4 (40° à 80°)
Chromate de soude (172,5)	72 (calculée)	115,6 (11° à 48°)

Les chaleurs spécifiques, données dans ce tableau, sont les chaleurs spécifiques moléculaires, égales aux produits de la chaleur spécifique ordinaire par le poids équivalent, inscrit au tableau auprès du nom du corps en question. La concordance entre les chiffres du tableau et la déduction précédente est aussi bonne que l'on puisse s'y attendre, après un raissonement aussi général que celui que nous venons de faire. Les chiffres du brome et ceux de l'iode sont les seuls qui font exception à la règle générale[1]).

»Quand un corps passe de l'état solide à l'état liquide, il faut que la nature du mouvement des molécules se modifie, ce qui exige un certain travail, par suite l'absorption d'une certaine quantité de chaleur dite *latente*. L'équivalent de cette chaleur absorbée est l'accomplissement d'un travail interne . . . . .»[2]). Exactement la même chose pourra se dire sur la transformation d'un corps inactif en corps actif, si seulement on considère que, dans ce cas-ci, c'est le mouvement des iones qui est augmenté au lieu du mouvement des molécules dans le cas précédent. Observons maintenant que, si un corps solide, qui en général est inactif, se fond, le liquide résultant pourra être ou électrolyte (actif en partie) ou non-électrolyte (inactif). On pourra s'imaginer que, dans ce cas-là, le corps se fond d'abord et puis passe de l'état inactif à l'état actif. De sorte que la chaleur absorbée par la fusion consistera de deux parties savoir: chaleur latente de fusion (proprement-dite) et chaleur d'activité. Dans le second cas au contraire, la chaleur d'activité sera nulle. En réalité, ces deux parties ne sont pas séparées l'une de l'autre, mais la somme de toutes les deux est désignée comme *chaleur de fusion*. Donc, on doit s'attendre que cette chaleur de fusion soit en général plus grande dans le premier cas que dans le second, ce qui est aussi en parfaite concordance avec la réalité d'après le tableau ci-dessous pris des ouvrages de M. BERTHELOT (l. c. T. I p. 423) et de MM. JAMIN et BOUTY (l. c. T. III p. 194*).

---

[1]) Il est à remarquer que le chiffre le plus incompatible avec les prévisions, celui de l'iode, semble devoir être revisé. Car, d'après les recherches les plus récentes (voir: v. FEHLING, Neues Handwörterbuch der Chemie Art. »Jod»), le point de fusion de l'iode est à 113—115° C., pendant que dans le tableau cité on a pris la chaleur spécifique moyenne entre 107° et 180° C. En général, il est nécessaire d'éviter les températures dans le voisinage immédiat du point de fusion, à de telles recherches, à cause de l'état pâteux, que passe le corps dans ce voisinage et qui trouble la régularité du phénomène.

[2]) Voir: JAMIN et BOUTY: Cours de physique. 3:e ed. T. II p. 315*.

Tableau numérique des chaleurs de fusion.

Corps.	Chaleur latente.
Brome *(Br)*	1,62.
Iode *(J)*	12,8.
Soufre *(S)*	9,37.
Phosphore *(P)*	5,034.
Mercure *(Hg)*	2,83.
Plomb *(Pb)*	5,37.
Bismuth *(Bi)*	12,64.
Étain *(Sn)*	14,25.
Gallium *(Ga)*	18,8.
Cadmium *(Cd)*	11,6.
Argent *(Ag)*	21,1 (2,13?)[1].
Zinc *(Zn)*	28,13.
Platine *(Pt)*	27,2.
Palladium *(Pd)*	35,2.
Alliages $(Bi_3Pb_2Sn_2)$	4,5.
(Bi_2PbSn_2)	4,7.
Bromure stannique $(SnBr_4)$	7,1.
Eau (H_2O)	79,2.
Acide azotique anhydre (Az_2O_5)	76,7.
Acide azotique hydraté $(HAzO_3)$	9,5.
Acide sulfurique monohydraté (H_2SO_4)	8,8.
» » bihydraté $(H_2SO_4 + H_2O)$	31,7.
Acide hypophosphoreux hydraté (H_3PO_2)	29,0.
Acide phosphoreux hydraté (H_3O_3P)	37,8.
Acide phosphorique hydraté (H_3PO_4)	25,5.
Hydrate chlorhydrique $(HCl + 2H_2O)$	34,1.
Acide formique $(HCOOH)$	52,8.
Acide acétique (CH_3COOH)	41,6.
Azotate de soude $(NaAzO_3)$	63,0.
Azotate de potasse $(KAzO_3)$	47,4.
Azotate de soude et de potasse $(KAzO_3 + NaAzO_3)$	51,4.
Chlorure de calcium hydraté $(CaCl_2 + 6H_2O)$	40,7.
Chromate de soude $(Na_2CrO_4 + 10H_2O)$	35,7.
Phosphate de soude $(Na_2HPO_4 + 12H_2O)$	66,8.
Hyposulfite de soude $(Na_2S_2O_3 + 5H_2O)$	78,2.

---

[1] Le chiffre 21,1 est donné par MM. JAMIN et BOUTY le chiffre 2,13 par M. BERTHELOT.

Les chiffres du bromure stannique, de l'acide azotique hydraté et de l'acide sulfurique monohydraté sont assez remarquables. Selon M. **Bleekrode** les sels haloïdes stanniques ne sont pas électrolytes à un degré notable[1]), ce qui concorde avec le chiffre 7,1 fort inférieur à celui des autres sels. Selon MM. **Kohlrausch** et **Nippoldt**[2]), de toutes les solutions d'acide sulfurique, celle composée d'après la formule H_2SO_4 présente un *minimum* de conductibilité. Ainsi le H_2SO_4 est peut-être non-conducteur et la faible conductibilité de ce corps pourra dépendre de petites parties de $H_2SO_4 + H_2O$ et de SO_3 contenues dans la solution. On pourrait imaginer une cause analogue de la petite chaleur latente de l'acide azotique hydraté. Mais, en général, on n'est pas autorisé de s'attendre à une concordance aussi détaillée; l'accord entre le tableau et les prévisions est pourtant satisfaisant.

La plupart des chimistes sont inclinés à admettre une force dite d'affinité, agissant entre les corps chimiquement différents. Dans ce cas, la chaleur produite par les procédés chimiques, serait une énergie potentielle, transformée en actuelle par le procédé. **Berthollet**, qui adhéra à une telle opinion, était par-là conduit à la conséquence nécessaire que les composés chimiques n'ont pas la composition constante, résultat généralement admis comme erroné (voir paragraphe 23). Outre cela, il y a des circonstances qui sont en faveur de l'opinion contraire, savoir celle que la chaleur produite par les procédés chimiques, est analogue à la chaleur latente. Ainsi, personne ne saurait nier l'analogie complète entre la dissociation (p. ex. celle du carbonate de calcium) et la vaporisation d'un liquide d'après les recherches de MM. H. **Sainte-Claire Deville**, **Debray**, **Troost**, **Isambert**, **Ditte**, **Naumann** et autres savants de la même école[3]).

Mais la théorie donnée ci-dessus conduit de nécessité à la dernière opinion. Ainsi, elle est, sous ce rapport aussi, en concordance avec les faits expérimentaux.

---

[1]) **Bleekrode**: Wied. Ann. T. 3 p. 190 (1878).
[2]) **Kohlrausch**: Pogg. Ann. T. 159, p. 246 (1876).
[3]) Voir: **Berthelot** l. c, pp. 98 et suivv.

§ 22. Comparaison entre quelques nombres trouvés et calculés.

M. Ostwald a dressé un tableau sur les valeurs des »coëfficients d'affinité relative»[1]) pour les acides différents, en égalant le coëfficient de l'acide azotique à l'unité. Comme la définition donnée par M. Ostwald de ce coëfficient coïncide parfaitement avec celle de l'avidité donnée par M. Thomsen, et que ce savant-ci a dressé un tableau sur l'avidité nous reproduisons ci-dessous ces tableaux l'un auprès de l'autre. Selon ce qui précède, on peut, à l'aide des coëfficients d'activité, des divers acides, sels et bases, calculer l'avidité. Cependant, le cas n'est pas toujours aussi simple qu'un déplacement d'un acide par un autre, car si l'on mêle p. ex. les acides chlorhydrique et sulfurique avec une même base, il se forme du bisulfate, et l'avidité s'altère avec les proportions du sel acide (voir paragrahe 10 ci-dessus). Mais les proportions du sel acide avec les autres réactifs diminuent avec l'atténuation. Par cette raison, l'avidité de l'acide sulfurique varie entre les chiffres 0,5 et 0,9 à de différentes dilutions (voir paragraphe 12 ci-dessus). L'acide oxalique présente même deux sels acides, le bioxalate et le quadroxalate, de manière que les circonstances sont encore plus compliquées. Mais il y a encore une autre difficulté. Les coëfficients d'activité employés sont, faute de meilleurs, des nombres valables pour des solutions contenant seulement le corps en question. Or, aux réactions chimiques, plusieurs corps sont mis en présence. Les coëfficients d'activité sont diminués par la présence des autres corps, de même que ces coëfficients sont plus petits pour les concentrations plus grandes d'un même corps. Mais l'influence de la concentration est très inégale pour les différents corps, de sorte que les hydrates faibles sont beaucoup plus altérés par cette raison, que les sels et les hydrates forts. Donc, il est naturel d'admettre que les coëfficients d'activité les plus diminuées par la présence de corps étrangers, sont ceux des hydrates faibles. Comme maintenant, le coëfficient d'activité est en quelque sorte une expression de la force de l'hydrate (voir paragraphe 5), les hydrates faibles seront en réalité un peu plus faibles que ne le montre le calcul.

---

[1]) Voir paragraphe 12 ci-dessus.

La détermination des avidités a été faite de telle manière que l'on a permis aux quantités équivalentes de deux acides de partager entre elles la quantité équivalente d'une base (ordinairement $NaOH$). Le rapport entre les fractions de la base, emparées par les deux acides exprime la proportion des avidités des deux acides. Le calcul a été effectué ainsi que, pour l'acide sulfurique, deux nombres sont calculés, valables, l'un s'il ne se forme pas de sel acide, l'autre s'il ne se forme pas de sel neutre. Quant à l'acide phosphorique (H_3PO_4), nous avons admis qu'il ne se forme que le sel acide dans lequel un H seulement est remplacé par du métal, supposition qui ne doit pas s'écarter trop de la réalité, vu le grand excès d'acide libre qu'il y a à la réaction. Les seuls acides pour lesquels il y a assez de données numériques au calcul, sont les suivants: $HAzO_3$, HCl, HJ, HBr, H_2SO_4, H_3PO_4 et CH_3COOH. La base pour laquelle le calcul est fait, est, dans les cas où cela a été possible, $NaOH$ (pour les $HAzO_3$, HCl, HJ et CH_3COOH), dans les autres cas KOH. De cette manière, on obtint par la formule (voir paragraphe 10)

$$(1-x)(1-nx)\,\alpha\,.\,\delta = x^2\beta\gamma$$

(où $n = 1$, excepté pour le H_2SO_4, lorsque $n = 2$ et pour le H_3PO_4 lorsque $n = 3$) le tableau calculé suivant, mis à côté de ceux de MM. Ostwald et Thomsen.

Tableau de la grandeur de l'avidité des acides.

	Ostwald.	Thomsen.	Nombre calculé.
$HAzO_3$	100	100	100
HCl	98	100	92
HBr	—	89	86
HJ	—	79	92
H_2SO_4	50 à 90	49	47,6 à 85
H_3PO_4	—	13	21,7
$C_2H_4O_2$	1,23	3	8,2.

Pour apprécier au juste la valeur de ces chiffres, nous citons le passage suivant de M. Ostwald. »Nous répétons de nouveau que ces chiffres contiennent des incertitudes considérables. Pourtant nous croyons que l'ordre de succession ne sera pas considérablement altéré par des recherches plus précises . . .»[1]). Donc, ceci doit être une concordance suffisante que l'ordre de succession des séries trouvées et de la série calculée est la même. Pourtant, cet ordre n'est pas parfaitement identique dans les séries. Quant à l'ordre des acides chlorhydrique bromhydrique et iodhydrique, il n'est pas le même d'après les expériences de M. OSTWALD et celles de M. THOMSEN. Quand, d'après M. THOMSEN, l'ordre est HCl, HBr et HJ (où HCl est le plus fort), il est l'inverse d'après M. OSTWALD, c'est-à-dire le suivant: HJ, HBr et HCl[2]), comme l'indiquent ses recherches volume-chimiques et optico-chimiques. Ainsi, on ne doit pas ajouter une importance trop grande à la différence à cet égard des séries observées et calculées. Les chiffres calculés des acides faibles sont aussi plus grands que ne l'indiquent les observations, circonstance que nous avons aussi expliquée ci-dessus. Dans le paragraphe 12, nous avons indiqué la raison de la variabilité de l'avidité du H_2SO_4 (et d'autres acides) avec l'atténuation.

Les chiffres donnés ci-dessus, sont les seuls qui permettent une comparaison entre les expériences et le calcul fondé sur la théorie nouvelle.

§ 23. **Revue des théories antérieures.**

»BERTHOLLET a le premier expérimentalement recherché et envisagé l'action de la masse chimique sous un point de vue théorique et général»[3]). Il a procédé de l'opinion[4]) que »les puissances qui produisent les phénomènes chimiques, sont toutes dérivées de l'attraction mutuelle des molécules des corps à laquelle on a donné le nom d'affinité, pour la distinguer de l'attraction astronomique. Il est probable que l'une et l'autre ne sont qu'une même propriété». Comme maintenant, »l'attraction astronomique» est proportionnelle au produit des masses agissantes, il semble naturel de prétendre[1]) qu'il ait admis cette propriété aussi chez »l'attraction mutuelle des molécules des corps». Il a aussi formulé cette opinion de la manière suivante. »Toute substance qui tend à entrer en combinaison, agit en raison de son affinité et de sa quantité». Il admit l'affinité d'un acide (à une base) inversement proportionnelle à la quantité de l'acide nécessaire pour la neutralisation (de la base). Par cette manière de voir, l'affinité (d'après le langage de la chimie actuelle) fut totalement négligée, mais au contraire, les principes de la stoechiométrie furent justement remplis. Enfin, il fit voir que l'état d'agrégation d'un corps influe considérablement sur les procédés chimiques. S'il y a en même temps plusieurs acides et bases dans une dissolution, il se forme d'abord toutes les combinaisons possibles de ces acides et de ces bases. Entre ces combinaisons, les gazeuses et les peu solubles s'échappent du sein du dissolvant, de sorte que l'équilibre entre ces combinaisons est dérangé, et de nouvelles quantités se forment pour remplacer celles qui ont disparu. Ainsi, le procédé continue en ce que des quantités nouvelles des corps gazeux et peu solubles se forment et disparaissent, par où ces corps sont principalement générés au dépens des autres. Il fit aussi voir que les réactions, ainsi prévues, étaient en concordance avec les expériences connues à cet époque.

---

[1]) OSTWALD: Journal für praktische Chemie. T. 18, p. 362 (1878).

[2]) OSTWALD: Journal für praktische Chemie. T. 18 pp. 354 tab. III et 363 (1878).

[3]) BERTHOLLET: Essai de statique chimique Paris 1803, ainsi que dans un ouvrage précédent: »Recherches sur les lois de l'affinité», Paris an IX (1801), que nous n'avons pas eu l'occasion de voir. Les mots cités sont pris de l'ouvrage de LOTHAR MEYER intitulé: Die modernen Theorien der Chemie (T. 3, Breslau, 1883), ouvrage que nous allons fréquemment citer dans le suivant.

[4]) BERTHOLLET: Essai etc. p. 1.

Dans tout ce système, il n'y a qu'une seule imperfection, provenant du défaut d'expériences justes en ce temps-là. Cette imperfection consiste en ceci que la force de chaque acide (mesuré en équivalents) est la même que la force de toute autre acide, ce qui n'est pas en concordance avec les expériences énormement plus vastes de nos jours. Toutes les objections fondées, émises contre la théorie de BERTHOLLET, sont dirigées vers ce point[2]). Nous avons déjà fait voir comment la théorie développée ci-dessus, qui en effet est très voisine à celle de BERTHOLLET, évite cette difficulté en admettant que *les parties actives* de tous les acides et de toutes les bases sont également fortes. »Ainsi, BERTHOLLET exclut toute idée d'une affinité élective», ce qui est aussi un des principes de notre théorie.

---

[1]) MM. GULDBERG et WAAGE sont d'une opinion contraire (Etudes sur les affinités p. 1 (1867).

[2]) Si l'on en excepte les objections à l'idée d'une composition variable des substances. BERTHOLLET admit une attraction entre deux substances p. ex. entre un acide et une base. Si donc p. ex., la base est en excès, il faut pourtant, avec ces prémisses, admettre que toutes les parties de la base sont également attirées par l'acide, c'est-à-dire, le sel resultant n'a pas la composition constante (Voir du reste § 21).

Une autre réplique a été émise sous le point de vue de la théorie de MM. GULDBERG et WAAGE. M. WAAGE dit¹): »Nos expériences font voir que l'opinion de BERTHOLLET sur l'inactivité chimique des corps insolubles²) et gazeux est erronée». Ci-dessus, nous avons démontré que les substances à l'égard desquelles un équilibre est hétérogène, n'exercent d'influence sensible sur l'équilibre que par les quantités en qui se trouvent dissoutes dans le dissolvant dans lequel l'équilibre s'est établi. Ainsi, nous avons, dans ce cas même, été conduit à rétablir les idées de BERTHOLLET.

Plus récemment (et principalement après la fondation de la théorie mécanique de la chaleur), on a construit une théorie selon laquelle l'effet chimique est reglé par les quantités de chaleur devenant libres par l'action chimique. M. BERTHELOT, qui a le plus développé et vérifié cette théorie, énonce le principe fondamental de la manière suivante³): »Tou- changement chimique, accompli sans l'intervention d'une énert gie étrangère, tend vers la production du corps, ou du système de corps qui dégage le plus de chaleur». Les difficultés de cette théorie consistent principalement dans l'évaluation des énergies étrangères, qui sont de plusieurs espèces savoir, »les énergies calorifique, électrique, lumineuse et de désagrégation», dont la première et la dernière sont les plus et à peu près les seules efficaces dans les cas ordinaires. Par l'intervention de l'énergie calorifique, le principe du travail maximum n'est pas valable à de hautes températures. L'énergie de désagrégation dérange dans les dissolutions les procédés prévus par ledit principe⁴). Dans ces cas, des équilibres s'établissent ordinairement, sur la nature desquels M. BERTHELOT adhère à une opinion analogue à celle de MM.

---

¹) WAAGE: Christiania Videnskabs-Selskabs Forhandlinger 1864 p. 44 (1865). Voir aussi LOTHAR MEYER l. c. p. 503.

²) Le plus souvent, les auteurs donnent, avec peu de justesse, aux corps peu-solubles le nom d'insolubles.

³) BERTHELOT: Essai etc. T. II p. 421.

⁴) Conférer les paragraphes 7 et 12 ci-dessus.

Guldberg et **Waage**[1]), les conséquences de laquelle sont en accord parfait avec la théorie de **Berthollet**. »Les conditions des masses relatives et d'élimination par volatilité régissent ces équilibres, le tout conformément aux lois de **Berthollet**, qui trouvent dans ce cas leur pleine application» [2]),

Selon l'opinion de M. **Berthelot**, si le procédé n'est pas dérangé par une énergie étrangère, il ne doit se former qu'un seul sel, si l'on met deux acides en présence d'une base (de chacun des trois corps un équivalent). Selon les recherches de MM. **Thomsen** et **Ostwald** (voir paragraphe 22), tous les deux sels possibles sont générés. Ainsi, il faut dans tous ces cas admettre une énergie étrangère (celle de désagrégation). Par de telles raisons, M. **Ostwald** dit[3]): »Comme on sait, M. **Berthelot** est arrivé dans les derniers temps à ce point qu'il prétend les composés même les plus stables être en partie désagrégés pour expliquer les réactions contraires à son principe, de sorte que ce principe a à peu près totalement perdu son aptitude à prévoir les phénomènes chimiques».

Par un grand nombre d'autres causes théoriques et expérimentales, M. **Lothar Meyer** a été conduit à la conséquence, »qu'il y a un très grand nombre de cas pour lesquels les prévisions du principe de M. **Berthelot** ne sont pas et ne peuvent être justes, et qu'il faut être ainsi». (Voir l'ouvrage cité p. 442). Quant à ces recherches, elles sont trop amples pour être reproduites en cet endroit, c'est pourquoi nous nous bornons à renvoyer à l'ouvrage cité.

Pourtant il est évident, à ce qu'il nous paraît, d'après ce que nous venons de citer, qu'il est très douteux que la théorie de M. **Berthelot** puisse expliquer suffisamment les phénomènes chimiques.

La théorie qui à présent explique le mieux les données expérimentales, est, selon l'opinion de M. **Lothar Meyer**, celle proposée par MM. **Guldberg** et **Waage**. Ladite théorie s'est développée très lentement, et on peut en distinguer trois phases différentes représentées par les trois mémoires publiés sur ce sujet, le premier (en plusieurs petites parties) dans les »Christiania Videnskabsselskabs Forhandlinger» de l'an 1864 et 1865 (pp. 35—45, 92—94, 111—120, et 220 et 249), le second sous le titre: »Etudes sur les affinités chimiques» (Programme de l'Université de Christiania 1867) et le troisième dans le »Journal für praktische Chemie» T. 19 pp. 69—114 (1879). Dans les deux premiers mémoires, ils envisagent, comme le fit BERTHOLLET, les *forces* qui, agissant entre deux substances différentes, tendent à produire une action réciproque entre ces corps. Si un système de quatre corps, dont deux sont conjugués entre eux et opposés aux deux autres, est en équilibre, et que les quantités (en équivalents) soient respectives p, q et p_1, q_1 dès le commencement, et qu'une quantité x des premiers corps soit transformée, il faut pour l'équilibre entre les forces attractives que

---

[1]) Selon la déclaration de M. **Berthelot** lui-même l. c. p. 93.

[2]) **Berthelot**: l. c. p. 494.

[3]) **Ostwald**: Journal für praktische Chemie. T. 25 p. 19 (1881).

$$\alpha (p-x)^a (p-x)^b = \alpha_1 (p_1+x)^{a_1} (q_1+x)^{b_1}$$

(voir l. c. p. 40)

où les deux membres représentent les forces agissantes. Ainsi, ces forces ne sont pas proportionnelles aux quantités (masses) des corps mais à des puissances de ces quantités, de sorte que a, b, a_1 et b_1 peuvent être d'une grandeur très différente.

De cette manière, ils expliquent comment une très petite quantité se forme souvent d'une paire de corps conjugués (voir p. 40 du premier mémoire). Ils prononcent cette circonstance encore plus dans les mots suivants: »*Comme on voit, nous avons dans notre théorie adopté l'opinion de* BERTHOLLET *que les forces chimiques agissantes à une réaction chimique dépendent de la grandeur des masses. Au contraire, la loi proposée par* BERTHOLLET *sur l'action des masses selon laquelle l'affinité est toujours proportionnelle à la masse, est* **réfutée de la manière la plus éclatante par nos expériences**» (p. 44). Malgré cette opposition décidée à la théorie de BERTHOLLET, lesdits savants ont pourtant, dans leur second ouvrage, participé à l'opinion que la force chimique est proportionnelle aux masses, c'est-à-dire, ils ont posé $a = b = a_1 = b_1 = 1$. Là, ils disent (p. 6): »*Nous avons déduit* **de nos expériences** *que la force est proportionnelle au produit des masses actives des deux corps*». Ils disent que la raison par laquelle ils ont, dans leur mémoire précédent, admis d'autres puissances que la première, a été la suivante: Il y a une différence qualitative entre l'action de l'un et de l'autre de deux corps (*A* et *B*). »Or, les expériences démontrent cette différence qualitative des corps divers, car en doublant, triplant etc. la masse de *A*, on ne trouvera pas le même résultat qu'en doublant, triplant etc. la masse de *B*». Ils expliquent, dans le second mémoire, ce phénomène en admettant des »forces d'action» hypothétiques, provenant de l'influence de »corps étrangers», présents à la réaction. De tels corps x, y, z peuvent exister dans la »sphère d'action». Ces corps sont caractérisés par ceci qu'ils ne subissent pas d'altération par les »forces d'action». »Entre ces corps et les corps *A* et *B* et entre ces corps eux-mêmes, il y a des attractions chimiques. Ces attractions se manifesteront comme des forces qui tendent à accélérer ou à ralentir la réaction entre *A* et *B*». Aussi, »ces actions ne paraissent que lorsque la réaction s'opère»[1]).

Envisageons maintenant ces diverses hypothèses.

1:o). Ce qui vient d'être dit sur l'hypothèse d'une attraction chimique à l'endroit où la théorie de BERTHOLLET fut traitée, est aussi valable ici. Cette hypothèse est peu naturelle.

2:o). Les forces d'action agissent entre les »corps étrangers» x y z et le corps *A*. Elles exercent une influence sur *A*, mais non pas sur les corps étrangers. A-t-on jamais entendu parler d'une force agissant entre deux corps de telle manière que l'action et la réaction n'aient pas été égales? De cette manière agissent les forces d'action.

3:o). Les forces d'action entre les »corps étrangers» et le corps *A* ne sont actives que lorsque la réaction entre les corps *A* et *B* s'opère. De telles forces sont inadmissibles.

Il est évident que si un phénomène est reglé par une certaine loi, on pourra l'exprimer par une formule d'autant plus aisément que l'on sera permis de déterminer plus de constantes dans cette formule par des expériences. Mais d'autant moindre est aussi la valeur de cette formule. Les forces d'action sont de telles constantes. Ainsi, plus l'influence hypothétique des forces d'action est grande, plus aussi la valeur de la formule réglant le phénomène est douteuse. Or, on a calculé les expériences en admettant les forces d'action nulles. Et pourtant, le calcul a concordé très bien avec l'expérience. Ces raisons semblent suffire, pour que l'on puisse négliger ces forces hypothétiques. Pourtant, on ne peut nier l'influence des corps étrangers, et dans le paragraphe 13, nous avons donné une explication naturelle de cette influence.

---

[1]) Voir: pp. 8, 9 et 12 l. c.

Dans le troisième mémoire, les auteurs ont introduit une nouvelle manière d'envisager les réactions, de la manière suivante: »Entre les p molécules d'un corps A, contenues dans l'unité de volume, il n'y a en général qu'une fraction qui puisse réagir sur les molécules d'un corps B en les rencontrant. De même, entre les q molecules de B, contenues dans l'unité de volume, une fraction b seulement est dans un état apte à provoquer une action sur les molécules de A. Ainsi, dans l'unité de volume, il se trouve ap molécules de A et bq molécules de B, aptes à se transformer en des corps nouveaux en se rencontrant les unes les autres. De sorte que le nombre de telles rencontres est exprimé par le produit $apbq$, et la vitesse de la transformation en corps nouveaux est exprimée par

$$\varphi ap\,.\,bq = k\,.\,p\,.\,q$$

si pour plus de simplicité, on suppose k égal à $\varphi\,.\,a\,.\,b$».

Ainsi, si l'on a quatre corps I_1J_1 I_2J_2 I_1J_2 et I_2J_1, un équilibre aura lieu lorsque la quantité détruite d'un corps est égale à celle formée nouvellement dans le même temps, ce qui conduit à l'équation de l'équilibre

$$k\,.\,pq = k_1p_1q_1$$

où k_1, p_1 et q_1 sont des nombres analogues à k, p et q, mais appartenant aux corps I_1J_2 et I_2J_1, si k, p et q appartiennent aux corps I_1J_1 et I_2J_2.

Cette manière de voir est très égale à celle que nous avons employée ci-dessus, et conduit aussi aux mêmes formules de l'équilibre. Elle est aussi beaucoup plus intuitive et naturelle que celle où l'on envisage les forces hypothétiques, qui produiraient les réactions. Mais l'hypothèse des »forces d'action» est à ce qu'il semble, impossible de soutenir sous ce point de vue.

Tout cela est valable pour les équilibres homogènes. Pour les systèmes hétérogènes, MM. GULDBERG et WAAGE admettent qu'une influence sensible se fait à la surface de séparation, et que c'est cette influence qui détermine l'équilibre. Mais dans ce cas, la masse active du corps à l'égard duquel le système est hétérogène, doit être proportionnelle à l'étendue de la surface de séparation, ce qui est contraire à l'expérience, qui fait voir que la masse active de ce corps est constante, ce qui s'ensuit aussi de notre théorie. Du reste, nous avons au paragraphe 13 cité une expérience qui d'après M. OSTWALD, semble être »fatale (verhängnissvoll) à la théorie de MM. GULDBERG et WAAGE»[1]), mais qui n'est pas inexplicable pour la nouvelle théorie.

---

[1]) OSTWALD: Journal für praktische Chemie. T. 24 p. 497 (1881).

RÉSUMÉ.

Dans la partie présente de cet ouvrage, nous avons d'abord fait voir la vraisemblance de ce que les électrolytes peuvent se rencontrer sous deux formes différentes, l'une active, l'autre inactive, de sorte que la partie active est toujours, dans les mêmes circonstances extérieures (température et dilution), une certaine fraction de la quantité totale de l'électrolyte. La partie active conduit l'électricité et est ainsi en réalité électrolytique, mais non pas la partie inactive. De plus nous avons constaté que la conséquence nécessaire de l'hypothèse de CLAUSIUS et de WILLIAMSON est qu'il y a des courants circulaires continus. A ces courants, les parties actives peuvent seules participer à cause de leur nature. Les molécules participant à de tels courants, sont nécessairement décomposées d'après le schème de la décomposition double, par où de nouveaux électrolytes se forment. Sur cette base, nous avons fondé une théorie chimique des électrolytes, qui déduite des origines fort probables, possède aussi un haut degré de probabilité. Cette théorie conduit à des formules valables pour les procédés chimiques, formules très conformes à celles proposées par MM. GULDBERG et WAAGE[1]), et qui ont été vérifiées par un grand nombre d'expériences. Nous avons aussi indiqué que les résultats de cette théorie concordent très étroitement avec les opinions de BERTHOLLET. Comme une approximation (provisoire), nous avons supposé le coëfficient d'activité égal à la conductibilité moléculaire. Les chiffres calculés dans cette supposition et les réactions ainsi prévues concordent très bien aux faits expérimentaux. Nous avons aussi, de cette théorie, déduit un nombre de lois électro-chimiques, entre autres les lois de FARADAY et de HITTORF, ainsi qu'à l'aide de l'hypothèse que tout électrolyte a une composition constante, nous avons démontré la nécessité de l'existence de poids équivalents de toute substance jouant le rôle d'un ione (loi de RICHTER). Des données sur les variations de la conductibilité moléculaire et de la solubilité, nous avons indiqué la cause d'un nombre de phénomènes, qui se passent dans les équilibres chimiques à l'atténuation, à l'échauffement et à l'addition de »corps étrangers». Enfin, nous avons, à l'aide d'une hypothèse fort probable d'après l'état présent de la thermo-chimie, déduit les propositions principales de la thermochimie (entre autres le »principe du travail maximum» aussi), propositions qui à cause de la manière de déduction, ne sont pourtant pas valables pour tous les cas, mais seulement »en général». Aussi, nous avons indiqué la nature de l'énergie chimique, nature analogue à celle de chaleur latente (p. ex. de la vaporisation), indication avec laquelle les chaleurs spécifiques, latentes et les phénomènes de la dissociation sont conformes.

---

[1]) La probabilité de la justesse de la théorie est augmentée à un haut degré par ce qu'en déduisant les formules données ci-dessus, nous ignorions complètement celles de MM. GULDBERG et WAAGE, formules de l'existence desquelles nous n'avons eu aucune connaissance avant d'obtenir l'ouvrage de M. LOTHAR MEYER (ce qui n'a eu lieu que lorsque la partie la plus grande de ce mémoire avait déjà été écrite). Ainsi, nous avons trouvé ces formules sans aucune occasion de les construire de quelque manière préconçue, et seulement guidé par la théorie de CLAUSIUS et de WILLIAMSON, et par l'opinion d'un état actif et d'un état inactif des électrolytes.

Toutes ces propositions et toutes ces lois sont prises des parties les plus différentes de la science chimique; mais comme la théorie concorde si bien avec la réalité dans ces divers points, il semble probable qu'elle doive le faire aussi dans les régions intermédiaires. De plus, nous avons essayé de constater que les différences entre cette théorie et celle qui, d'après l'examen de M. LOTHAR MEYER maintenant est la plus vraisemblable, tiennent à des opinions des auteurs de ladite théorie, opinions qui à un examen plus profond se montrent insoutenables sous point de vue soit théorique, soit fondée sur les données expérimentales. Par cela, nous nous sommes approché plus de la théorie de BERTHOLLET, que MM. GULDBERG et WAAGE ne l'ont fait. Même cette circonstance parle, nous le croyons, en faveur de la théorie développée ci-dessus[1]). Mais voici des raisons d'une importance plus grande. La théorie de MM. GULDBERG et WAAGE[2]) ne sait, dans son état actuel, déduire qu'une très petite fraction des propositions et des lois données ci-dessus. Les constantes nécessaires pour la prévision des réactions peuvent, selon la théorie nouvelle, être approximativement déduites d'autres constantes connues selon d'autres parties de la science. Quelques-unes des propositions données ci-dessus et concordantes à la réalité, sont contraires à la théorie de MM. GULDBERG et WAAGE. La difficulté inhérente à toute théorie de l'électrolyse et aussi à l'hypothèse de CLASIUS et de WILLIAMSON à son état primitif, est totalement écartée par la théorie nouvelle. Comme d'ailleurs, la théorie donnée ci-dessus est fondée sur des bases fort probables, et totalement libre de toute hypothèse d'une affinité différente des forces physiques, il n'est pas douteux, nous semble-t-il, que cette théorie ne soit à préférer à toutes les théories chimiques publiées jusqu'ici.

Certes, on pourra objecter que cette théorie n'est valable que pour les électrolytes, lorsque au contraire, les théories précédentes embrassent toutes les substances. Contre cela, nous signalons que les connaissances chimiques sont, à la plus grande partie, basées sur les réactions des électrolytes, qui semblent dans la science chimique jouer le même rôle que les gaz dans la théorie mécanique de la chaleur. Du reste, la notion d'électrolyte a une étendue beaucoup plus grande (selon la loi de HITTORF) que l'on n'est accoutumé à lui en attribuer. Ainsi, les réactions en général semblent manifester une assez grande analogie à celles des électrolytes, de sorte que l'on pourra peut-être à l'avenir élargir la théorie donnée pour les électrolytes jusqu'à être avec quelques modifications valable pour tous les corps.

---

[1]) M. LOTHAR MEYER dit dans son ouvrage cité (p. 389): »On doit s'attendre que la notion rectifiée de BERTHOLLET sera plus et plus considérée et estimée par la science progressante».

[2]) Ni aucune autre théorie non plus proposée jusqu'ici. Nous avons spécialement comparé la théorie présente à celle de MM. GULDBERG et WAAGE à cause de la supériorité de cette théorie sur les autres théories proposées (suivant M. LOTHAR MEYER).

◆

BIHANG TILL K. SVENSKA VET.-AKAD. HANDLINGAR. Band 8. N:o 15.

UEBER
DIE
WÄHREND DER SCHWEDISCHEN GEOLOGISCHEN EXPEDITION
NACH
SPITZBERGEN
IM JAHRE 1882 GESAMMELTEN
TERTIÄRCONCHYLIEN

VON

TH. FUCHS.

DER KÖNIGL. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN VORGELEGT D. 12 SEPT. 1883.

◆

STOCKHOLM, 1883.
KONGL. BOKTRYCKERIET.
P. A. NORSTEDT & SÖNER.

Die Tertiärbildungen, welche im Verlaufe der letzten Jahrzehnte im Gebiete der arktischen Länder in so grosser Ausdehnung und mächtiger Entwickelung nachgewiesen wurden, haben bisher zwar allenthalben einen grossen Reichthum an fossilen Pflanzen, hingegen nur äusserst spärliche Thierreste geliefert, ein Umstand der um so bedauerlicher ist, als bekanntlich in letzter Zeit über das Alter dieser pflanzenführenden Tertiärschichten sehr tiefgehende Meinungsdifferenzen aufgetaucht sind, Meinungsdifferenzen die der Natur der Sache nach, wohl am sichersten durch die Auffindung bestimmbarer Meeresconchylien gelöst werden könnten.

Zwar wurden bereits im Jahre 1843 durch GIRARD[1]) von der Westküste Kamtschatkas und 1850 durch GREWINGK[2]) von den Aleutischen Inseln und der Nordwestküste Nord-Amerikas eine Anzahl tertiärer Conchylien beschrieben, aber abgesehen davon, dass dieselben nicht in Verbindung mit bestimmbaren Pflanzenresten gefunden wurden, so ist auch überhaupt das tertiäre Alter dieser Vorkommnisse ein äusserst problematisches. Die Mehrzahl, der von diesen beiden Autoren aufgeführten Arten, sind nämlich ganz gemeine, lebende arktische Conchylien und auch von den als neu beschriebenen Arten wurden seither die meisten lebend in den benachbarten Meeren nachgewiesen. Unter solchen Umständen ist es aber äusserst wahrscheinlich, dass diese Ablagerungen überhaupt nicht als tertiäre sondern als quaternäre anzusehen sind[3]).

---

[1]) Bestimmungen einiger von A. ERMAN im europäischen Russland und in Nord-Asien gesammelten Thierversteinerungen. (Arch. wiss. Kunde Russlands. III, 1843, pag. 539).

[2]) Beitrag zur Kenntniss der orographischen und geognostischen Beschaffenheit der N. W. Küste Amerikas und der anliegenden Inseln. (Verh. Mineral. Gesellsch. St. Petersburg, Jahrg. 1848—49, p. 76).

[3]) Wahrhaft unbegreiflich ist es bei dieser Sachlage, wie diese Ablagerungen von EICHWALD im Jahre 1871 für Turon-Kreide erklärt werden konnten, indem er alle diese lebend bekannten arktischen Conchylien in

Etwas verlässlicher in Bezug auf ihr tertiäres Alter sind die von Winkler[1] aus den Basalttuffen von Halbjarnarstadir, Fossvogr und Arnabäuli an der Nordküste Islands bekannt gemachten fossilen Meeresconchylien, doch scheinen auch diese einer sehr jungen Tertiärstufe anzugehören. Unter 27 Arten finden sich nämlich bloss 4 ausgestorbene (alle neu) während der Rest von 23 Arten zum grössten Theile aus gemeinen borealen, arktischen und glacialen Arten besteht, welche wohl mit wenigen Ausnahmen noch gegenwärtig an den Isländischen Küsten leben und in ihrer Gesammtheit eine Fauna von entschieden borealem Charakter bilden.

Nach der Darstellung des Verfassers kommen zwar auch im Hangenden dieser Muschelbänke noch fossile Pflanzenreste und Lager von Surturbrand vor, doch werden keine Pflanzenarten specifisch namhaft gemacht. Die von Heer beschriebenen Pflanzen stammen sämmtlich von andern Punkten und sind höchst wahrscheinlich älter als die Meeresconchylien wie dies auch bereits Winkler hervorhob.

Im Jahre 1870 veröffentlichte Heer in den Abhandlungen der Schwedischen Akademie der Wissenschaften eine Abhandlung über die fossile Flora von Spitzbergen[2]) und führte bei dieser Gelegenheit eine Anzahl von Fossilien an, welche am *Cap Staratschin* in einem graubraunen Conglomerat im Liegenden pflanzenführender Schichten gefunden wurden und welche Ch. Mayer, allerdings unter grosser Reserve, auf tertiäre (oligocaene) Arten zurückführte.

Nach einer freundlichen Mittheilung des Herrn A. G. Nathorst fand derselbe jedoch gelegentlich seiner geologischen Untersuchungen in Spitzbergen indiesen Schichten einen Ammoniten und hält die Ablagerungen überhaupt für jurassisch.

Seiner freundlichen Vermittelung sowie der Güte des Herrn Professor G. Lindström verdanke ich die Möglichkeit das von Ch. Mayer bestimmte Material einer neuerlichen Untersuchung unterziehen zu können und muss gestehen,

---

ganz willkürlicher Weise auf Kreidearten zurückführte! (Siehe Eichwald Geognostisch-palaeontologische Bemerkungen über die Halbinsel Mangischlak und die Aleutischen Inseln. St. Petersburg, 1871. 8°). Es würde wohl nicht der Mühe verlohnen diese Ansicht ausdrücklich wiederlegen zu wollen und führe ich sie nur der Curiosität wegen an.

[1]) Island, der Bau seines Gebirgs und dessen geologische Bedeutung. München 1863. 8°. Vol. II, pag. 200.

[2]) Die miocene Flora und Fauna Spitzbergens (Kongl. Svenska Vetensk. Akad. Handlingar. VIII. 1870).

dass ich nach sorgfältiger Prüfung desselben NATHORST's Ansicht für die richtige halten möchte.

Die meisten dieser Stücke sind so schlecht erhalten, dass nicht einmal die Gattung mit Sicherheit zu erkennen ist, eine specifische Bestimmung aber vollkommen unmöglich erscheint. Der von MAYER angeführte Lunulites ist gar keine Bryozoë sondern eine kleine Terebratel mit grossporiger Schale, wie solche, nach einer freundlichen Mittheilung Prof. NEUMAYERS, namentlich im braunen Jura häufig sind. Ueberdies glaube ich auch in mehreren Stücken Fragmente von Ammonitenschalen erkennen zu können.

Endlich muss hier noch der Miocaenschichten erwähnt werden, welche von der zweiten deutschen Nordpolexpedition an der Ostküste von Grönland unter beiläufig 75° N. B. auf *Hochstetters Vorland* und auf der *Sabine-Insel* gefunden wurden[1]. Es sind dies feinkörnige, gelbliche oder ziegelrothe, quarzitische Sandsteine mit Steinkernen und Abdrücken von Cytherea, Venus, Lucina und untergeordneten schieferigen Schichten mit Pflanzenresten, unter denen HEER Taxodium distichum miocenicum, Populus arctica und Diospyros brachysepala erkannte.

Ausser den vorerwähnten Bivalven finde ich übrigens auf den mir von Hochstetters-Vorland vorliegenden Stücken noch zahlreiche Abdrücke einer kleinen rundlich-dreieckigen Muschel, welche ganz einer *Astarte* gleichen, sowie den Abdruck eines grossen glatten Pecten, ähnlich dem *P. magellanicus* GMELIN von Neufundland.

Unter so bewandten Umständen musste es selbstverständlich grosses Interesse erregen als NATHORST im verflossenen Sommer am Eisfjord Spitzbergens östlich der Kolbay mitten in den dort mächtig entwickelten tertiären Sandsteinen zahlreiche marine Conchylien auffand und zwar in Verbindung mit Blätterführenden Schichten, welche sowohl im Liegenden als im Hangenden der marinen Fossilien auftraten.

Eine freundliche Einladung Herrn NATHORST's die Bearbeitung dieser Thierreste zu übernehmen konnte ich nur mit Dank annehmen und sah ich mit Spannung dem Eintreffen der betreffenden Sendung entgegen. Dieselbe liess nicht lange auf sich warten, war aber leider wenig geeignet meinen gehegten Hoffnungen zu entsprechen.

---

[1]) Zweite Deutsche Nordpolfahrt. Leipzig 1870. Vol. II. (Geologie).

Herr NATHORST hatte mich zwar in Vorhinein darauf aufmerksam gemacht, dass der Erhaltungszustand der Fossilien kein besonders guter sei, und dass er überhaupt keine grossen Hoffnungen auf das Material setze, doch hatte ich im Stillen noch immer auf einige Austern und Pectenarten gehofft, welche mit der Schale erhalten eine nähere Bestimmung erlauben würden. Dem war jedoch leider nicht so. Die Fossilien bestanden ausschliesslich aus Abdrücken und Steinkernen dimyarischer Bivalven, welche im besten Falle Spuren der Oberflächen-Sculptur und der Muskeleindrücke, niemals aber die Beschaffenheit des Schlosses erkennen liessen.

Was das Vorkommen dieser Fossilien anbelangt, so stammen dieselben nach der freundlichen Mittheilung NATHORST's aus jenen tertiären Sandsteinen und Conglomeraten, welche namentlich am Belsund und Eisfjord in so ausserordentlicher Mächtigkeit auftreten und auch die von HEER beschriebenen Pflanzenreste geliefert haben. Diese Ablagerungen wurden bisher für Süsswasserbildungen gehalten sind aber, wie man nach den neueren Funden wohl annehmen muss, zum grössten Theile marin.

Die marinen Conchylien treten eigentlich in zwei verschiedenen Horizonten auf.

Der tiefere Horizont, welcher die meisten Fossilien lieferte und von NATHORST als »östlich der Kolbay» bezeichnet wird, liegt ziemlich an der Basis der ganzen Ablagerung in geringer Entfernung über den pflanzenführenden Schichten aus denen das von HEER beschriebene Material stammt. Der zweite Horizont »südwestlich von der Advent-Bay» bezeichnet, liegt mindestens um 1500' höher gegen die obere Grenze der Ablagerung zu und wird ebenfalls von pflanzenführenden Schichten begleitet, die bisher nicht bekannt waren, indessen ganz ähnliche Pflanzen einzuschliessen scheinen wie der untere Horizont. Auch die marinen Conchylien sehen den tieferen sehr ähnlich.

Das Gestein in dem die Fossilien sowohl in dem tieferen als in dem höheren Niveau vorkommen, ist ein feinkörniger, lichtgrauer, scharfer Quarzsandstein mit spärlichen Glimmerblättchen ähnlich manchen Abänderungen des Schweizer Mollasse oder auch des Quadersandsteins.

Bei den Vorkommnissen des tieferen Horizontes erscheinen die Steinkerne und Abdrücke etwas dunkler als das

Gestein, schwärzlich und zeigen, wie bereits erwähnt mitunter die Spuren der Muskeleindrücke und der Oberflächensculptur niemals aber die Abdrücke des Schlosses.

In dem oberen Horizonte sind die Fossilien ganz ähnlich erhalten, sind aber nicht geschwärzt, sondern zeigen dieselbe lichte Färbung wie das Gestein.

Die Fossilien scheinen in den betreffenden Schichten sehr häufig zu sein, die vorliegenden Platten sind meistens ganz mit Abdrücken und Steinkernen bedeckt. Bei den Solenaceen sieht man in der Regel die beiden Klappen des Gehäuses aufgeklappt neben einander liegen, genau so, wie man sie am Meeresstrande liegen sieht und erinnert das Ganze überhanpt sehr an die Vorkommnisse einer sandigen Flach-Küste.

Bei einer Anzahl von Stücken erscheint das Gestein längs eines Sprunges durch die Athmosphaerilien verfärbt, eisenschüssig und die Abdrücke erscheinen von einer dünnen Rinde von Brauneisenstein überzogen, welche die Beschaffenheit der ursprünglichen Schale zeigen und wahrscheinlich eine Ausfüllungspseudomorphose derselben darstellen.

Im Nachfolgenden gebe ich nun eine Uebersicht der unterschiedenen Formen, wobei ich jedoch bemerke, dass die gemachten Bestimmungen bei dem mangelhaften Erhaltungszustande der Fossilien nur generische sein konnten und auch da stets mit einer gewissen Reserve aufgenommen werden müssen.

K. B. bedeutet Kolbay (tieferer Horizont); A. B., Adventsbay (höherer Horizont).

1. *Siliquaria* sp. am ähnlichsten der Siliquaria Dombei Lam. aus Chili. Gattung in den arktischen Meeren unbekannt. (K. B.).

2. *Pharella* sp. ähnlich der Ph. javanica Lam. und subbovata Cuv. beide aus den indischen Meeren. Gattung in den arktischen Meeren unbekannt. (K. B.).

3. *Psammosolen* (Macha) sp. in der Form ähnlich dem P. strigillatus Linné. Gattung in den arktischen Meeren unbekannt. (K. B.).

4. ? *Psammobia* sp. Kleine Art, Bestimmung sehr fraglich. Gattung in den arktischen Meeren unbekannt. (A. B.).

5. ? *Thracia* sp. grösser als die grössten bekannten lebenden Arten. Gattung kosmopolitisch, auch in den arktischen Meeren vertreten. (K. B.).

6. *Cytherea* (Callista) sp. Gattung in den arktischen Meeren unbekannt. (A. B.).

7. ? *Venus* (Circomphalus) sp. Gattung in den arktischen Meeren unbekannt. (K. B.).

8. ? *Terebratula* sp. Zwei Steinkerne zeigen so vollständig die äussere Gestalt einer grossen Terebratel, aus der Gruppe der T. ampulla, dass sie immerhin dieser Gattung angehören können, obgleich sonst Terebrateln in derartigen Ablagerungen nicht vorzukommen pflegen. — Auch ist es auffallend, dass in beiden Fällen nur der Steinkern der Schnabelklappe vorhanden ist, während doch sonst bei Terebrateln beide Schalen zusammen zu bleiben pflegen. (K. B.).

Man sieht, dass die Mehrzahl der Arten aus dem tieferen Horizont stammen. Aus dem höheren liegen mir nur 2 Arten in 3 Stücken vor. Diese beiden Arten sind zwar verschieden von denjenigen des unteren Horizontes, scheinen mir aber trotzdem keiner wesentlich verschiedenen Fauna anzugehören, wesshalb ich auch die Vorkommnisse der beiden Horizonte in einer Liste vereinige und zusammen betrachte.

So mager diese Liste nun auch sein mag und so schwankend in den meisten Fällen in Folge der mangelhaften Erhaltung die Bestimmungen auch bleiben mussten, so scheinen mir dieselben gleichwohl zu genügen, um daraus einige Schlüsse zu ziehen, welche nicht ohne Interesse sind.

Vor allen Dingen ist es wohl evident, dass diese Fauna nur tertiär und nicht älter, etwa cretacisch sein kann. Das vollkommene Fehlen aller ausgesprochenen cretacischen Typen (Ammoniten, Baculiten, Belemniten, Inoceramen, Janiren, Exogyren, Trigonien etc.), sowie der Umstand, dass alle vorliegenden Fossilien sich auf das engste an lebende Formen anschliessen lassen, hingegen in der cretacischen Fauna fast gar keine näheren Verwandten besitzen, lassen in dieser Beziehung wohl keinem Zweifel Raum.

Etwas schwieriger scheint sich allerdings die Sache zu gestalten, sobald man einen Schritt weiter thun und bestimmen wollte, in welche der allgemein unterschiedenen Stufen der Tertiärformation die vorliegenden Ablagerungen zu rechnen seien, doch glaube ich, dass man bei einer unbefangenen Prüfung der Sachlage auch in dieser Richtung noch zu einem ziemlich befriedigenden Resultat gelangen kann.

Soweit uns bisher aus den verschiedensten Welttheilen und aus den verschiedensten Zonen eocaene und oligocaene Ablagerungen bekannt geworden sind, so hat man bei denselben ausnahmslos die Beobachtung gemacht, dass nicht nur die herrschenden Gattungen grösstentheils durch andere Subgenera vertreten sind als in der Jetztwelt, sondern dass auch die einzelnen in ihnen vorkommenden Fossilien sich nur sehr selten enger an lebende Arten anschliessen lassen und dass namentlich die häufigen und auffallenden Formen meist ohne nähere Verwandtschaft in der Jetztwelt dastehen.

Erwägt man nun, dass von der vorliegenden Fauna sich alle Formen auf ganz gewöhnliche, allgemein verbreitete, lebende Gattungen zurückführen lassen, ja dass die meisten sich zu gleicher Zeit sehr enge an bestimmte lebende Arten anschliessen, so muss man wohl gestehen, dass bereits dieser Umstand ausreicht um es unwahrscheinlich zu machen, dass die in Rede stehen den Ablagerungen der Eocaen oder Oligocaen angehören sollten. Hierzu kommen aber noch verschiedene andere Momente.

Die Gattung Cytherea und Venus sind im Eocaen und Oligocaen meist nur durch kleine Arten vertreten und die grossen Callisten aus der Verwandtschaft der C. erycina, so wie die Subgattung Circomphalus sind dem Eocaen sowohl wie dem Oligocaen vollkommen fremd. Auch die Gattung Pharella ist bisher in Eocaen noch nicht nachgewiesen worden und wenn wir die Vorkommnisse von Hochstetters Vorland in Grönland für gleichzeitig mit den unsrigen ansehen, wie dies wohl kaum zu bezweifeln ist, so muss noch auf den grossen Pecten aus der Verwandtschaft des P. magellanicus als auf ein Typus hingewiesen werden, der dem Eocaen, das nur kleine Pectenarten enthält, ebenfalls fremd ist.

Unter solchen Umständen muss es wohl unthunlich erscheinen die vorliegenden Ablagerungen dem ältereren Tertiär d. i. dem Eocaen oder Oligocaen zuzurechnen und kann es sich wohl nur darum handeln, welcher Abtheilung des jüngeren Tertiärs dieselben zuzuzählen sind, resp. ob man dieselben für miocaen oder pliocaen zu halten habe.

Hier muss nun wieder vor allen Dingen darauf hingewiesen werden, dass unter den aus Spitzbergen vorliegenden Formen keine einzige auf irgend eine lebende arktische Art zurückgeführt werden konnte, und dass unter ihnen ausgesprochen arktische Typen (Astarte, Modiola, Mya, Cyprina, Glycimeris, u. dergl. m.) überhaupt fehlen. Ebensowenig kann eine der vorliegenden Formen mit irgend einer jenen fossilen Arten identificirt werden, welche WINKLER in den Basalttuffen Islands auffand und die ihrerseits fast ausnahmslos zu den gemeinsten arktischen Arten gehören.

Bei solcher Bewandtniss geht es wohl nicht an, die vorliegenden Ablagerungen für pliocaen zu erklären und bleibt daher nur der eine Fall übrig in ihnen Vertreter der miocaenen Schichtengruppe zu sehen.

Auffallend könnte es hierbei nur erscheinen, dass die Fauna so gar keine nähere Beziehungen zu der jetzigen Fauna der benachbarten Meere erkennen lässt, doch würde dieses Bedenken gehoben, wenn man auch die Vorkommnisse von Hochstetters Vorland in den Kreis der Betrachtung zieht. Hier findet sich nämlich unter andern eine kleine Astartenähnliche Muschel, welche als Vertreter des arktischen Faunengebietes betrachtet werden kann und der vorkommende grosse Pecten zeigt wie erwähnt die grösste Aehnlichkeit mit dem P. magellanicus von Neufundland und ist vielleicht mit demselben ident.

Bekanntlich hat GARDENER neuerer Zeit sehr eifrig die Idee verfochten, dass die tertiären Floren der Polarländer, welche bisher nach dem Vorgehen HEERS allgemein für miocaen gehalten wurde in Wirklichkeit eocaen seien. Er geht hierbei von der Voraussetzung aus, dass die Erde zur Tertiärzeit bereits deutlich Temperaturzonen erkennen liess und leitet hieraus die Consequenz ab, dass bereits während dieser Periode die Flora der Polarländer stets verschieden gewesen sein müsse von der gleichzeitigen Flora geringerer Breiten. Da nun aber die Tertiärflora der Polarländer einem wärmeren gemässigten oder subtropischem Klima entspricht, so könne sie unmöglich gleichzeitig mit der europäischen Miocaenflora gewesen sein, welche ein ähnliches Klima voraussetzt, sie müsse vielmehr in eine Zeitepoche fallen innerhalb welcher in Europa tropisches Klima herrscht und dies wäre die Eocaenzeit.

Ich muss es berufneren Kräften überlassen die Stichhaltigkeit dieser Theorie zu prüfen und möchte nur bemerken, dass dieselbe in der vorerwähnten fossilen Conchylienfauna keine Stütze findet.

BIHANG TILL K. SVENSKA VET.-AKAD. HANDLINGAR. Band 8. N:o 16.

ZUR KENNTNISS

DER

EINWIRKUNG VON INDUCTIONSSTRÖMEN AUF DEN NERVEN

VON

D:r **ROBERT TIGERSTEDT** UND STUD. MED. **A. WILLHARD.**

MITTHEILUNG VOM PHYSIOLOGISCHEN LABORATORIUM DES CAROLINISCHEN MEDICO-CHIRURGISCHEN INSTITUTS IN STOCKHOLM.

MIT 2 TAFELN.

DER KÖNIGL. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN MITGETHEILT D. 12 SEPT. 1883.

◆

STOCKHOLM, 1884.
KONGL. BOKTRYCKERIET.
P. A. NORSTEDT & SÖNER.

I.

Geschichte und Versuchsmethode.

In einer früheren Abhandlung haben wir die Ergebnisse unserer Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Reizstärke und Muskelzuckung bei untermaximalen Reizen mitgetheilt[1]). Jetzt wollen wir näher studiren, wie die Nerven gegen übermaximale Reize mittelst Inductionsströme sich verhalten.

Fick war der erste, welcher das Verhalten der Nerven gegen sehr starke Reize untersuchte. Bei Reizung des Nerven mittelst constanter Ströme von verschiedener Zeitdauer fand er, dass bei *absteigendem Strome* die Zuckungen nach einem ersten Maximum wieder zunehmen, wenn die Dauer des Stromes, dessen Stärke während des ganzen Versuches unverändert ist, mehr und mehr verlängert wird; sowie dass bei *aufsteigendem Strome* die Zuckungen nach dem ersten Maximum bis zu Null abnehmen, — die s. g. »Lücke» — sobald die Dauer des während des ganzen Versuchs gleich starken Stromes einen gewissen Werth überschreitet; wenn die Versuchsreihe mit immer wachsender Stromdauer fortgesetzt wird, erscheinen die Zuckungen wieder und wachsen bis zum zweiten Maximum, welches von nun an bei weiterem Wachsthum der Stromdauer constant bleibt. Dieselbe Erscheinung tritt auch hervor, wenn bei unveränderter Stromdauer die Stärke des Stromes variirt wird; dabei zeigt es sich ferner, dass für immer kleinere Werthe der Stromdauer die Abnahme und das Verschwinden der Zuckungen immer grössere Stärke des Stromes beanspruchen. Wenn die Dauer des Stromes sehr kurz ist, tritt die Erscheinung überhaupt nicht hervor 1).

---

[1]) Tigerstedt und Willhard. Bihang till K. Svenska Vet.-Akad. Handl. VIII, N:o 8, 1883.

Bei Anwendung von Inductionsströmen hatte Fick zuerst alle derartigen Erscheinungen vermisst. Später aber constatirte er auch bei denselben die genannten Thatsachen und fand also, dass beim *absteigenden Inductionsstrome* die Zuckungen nach dem ersten Maximum wieder bis zu einem zweiten zunehmen, wenn die Stärke des Reizstromes wächst; und zwar bestätigte er dies sowohl bei Schliessungs- als bei Oeffnungsinductionsströmen. Bei *aufsteigendem Strome* zeigt sich die »Lücke« nach dem ersten Maximum, und auf derselben folgen dann bei weiterem Wachsthum der Stromstärke neue Zuckungen, welche bald bis zu übermaximalen zunehmen. Nebenbei fand er auch, dass die Dauer der Zuckungen nach der ersten Maximalstufe zunimmt, zuerst jedoch ohne Aenderung deren Höhe, sowie dass bei aufsteigenden Oeffnungsinductionsströmen die ersten, verminderten Zuckungen nach der Lücke ein sehr verlängertes Stadium der latenten Reizung darbieten 2).

Die Thatsache der Lücke wurde von Tiegel und neuerdings von Grützner bestätigt. Tiegel giebt an, dass er die Lücke sowohl bei aufsteigendem als bei absteigendem Strome gesehen und unmittelbar nach einander bei der einen sowie bei der anderen Stromrichtung an einem und demselben Präparat demonstrirt hat 3). Grützner konnte dagegen bei absteigendem Inductionsstrome die Lücke bisher nicht finden 4). Daneben fand er, dass bei aufsteigendem Inductionsstrome die Lücke sich verkleinert oder gar verschwindet, wenn man von stärkeren zu schwächeren Strömen übergeht.

Dagegen konnte Lamansky weder die Lücke noch die übermaximalen Zuckungen bei Anwendung von Induktionsströmen constatiren. Er glaubt die Ursache der übermaximalen Zuckungen Ficks entweder in einer unipolaren Wirkung oder in einer, durch Mangel der Unterbrecher beding-

---

1) Fick, Untersuchungen über elektrische Nervenreizung. Braunschweig 1864, S. 22—51.

2) Fick. Vierteljahrsschrift d. naturf. Gesellschaft in Zürich, XI. S. 50. 1865: Studien über elektrische Nervenreizung. Gratulationsschrift für E. H. Weber Würzburg 1871: Verhandlungen der physikalisch-medicin. Gesellschaft in Würzburg N. F. II. S. 145—155: 1871.

A. B. Meyer. Untersuchungen aus dem physiol. Laborat. d. Züricher Hochschule. I. Wien 1869. S. 36—50. Das Original ist v. J. 1867.

3) Tiegel, Archiv für die ges. Physiologie, XIII, S. 280: 1876.

4) Grützner, Archiv für die ges. Physiologie, XXVIII. S. 174—177; 1882.

ten Doppelreizung zu finden[1]). FICK und A. B. MEYER bestanden jedoch bei erneuerter Prüfung der Frage auf die Richtigkeit ihrer früheren Versuche[2]).

Diese sind die wichtigsten von den über den uns beschäftigenden Gegenstand bis jetzt ermittelten Thatsachen. Die daran sich knüpfenden theoretischen Anschauungen werden wir in Zusammenhang mit unseren eigenen thatsächlichen Ermittelungen näher betrachten.

Unsere Untersuchung hat folgende Erscheinungen näher zu beleuchten gesucht

1) die Lücke;

2) die übermaximalen Zuckungen;

3) die Latenzdauer und den Zeitverlauf der Zuckungen.

Bei unseren Versuchen benutzten wir ein gewöhnliches Schlitteninductorium nach DU BOIS-REYMOND. Die Stromquelle bestand aus 6 Meidingerschen Elementen, welche zu einer einzigen Batterie vereinigt waren. Als Unterbrecher benutzten wir einen von MAREY angegebenen Apparat[3]), welcher nach unseren früheren Erfahrungen ganz vorzüglich arbeitet. Die Schliessungsinductionströme erhielten wir durch Oeffnen einer Nebenschliessung, die Oeffnungsinductionsströme entweder durch vollständige Unterbrechung der Strombahn, oder in einer anderen, später zu beschreibenden Weise. Der nicht gewünschte Inductionsstrom wurde natürlich abgeblendet.

Der Muskel zeichnete mittelst eines sehr leichten Hebels auf einen Registrircylinder MAREYS. Das belastende Gewicht war 40 Gram und wurde in einer Entfernung von 3 Mm. von der Achse des Hebels befestigt; der Angriffspunkt des Muskels befand sich 20 Mm. von der Achse entfernt. Die Belastung des Muskels betrug also nur 6 Grm. Die Vergrösserung der Zuckungen war ziemlich hoch, nämlich 11 mal.

Der Registrircylinder bewegte sich bei allen Versuchen mit einer Geschwindigkeit entsprechend 1 Mm. in je 0.0039 Sek. Durch speciell darauf gerichtete Versuche überzeugten wir uns von der grossen Regelmässigkeit in der Bewegung des Cylinders. Die Reizungen geschahen im Rhytmus von je einer Reizung in 1.64 Sek. Mittelst der »imbrication verticale» MAREYS wurden die Zuckungen übereinander geordnet in solcher Weise, dass jede Zuckung ihre eigene Abscisse hatte, wodurch natürlich die Messung der Zuckungen und deren Latenzdauer beträchtlich erleichtert wurde.

---

[1]) LAMANSKY, Studien des physiologischen Instituts zu Breslau. IV, S. 209—222; 1868; Centralblatt f. die med. Wissenschaften, 1869, S. 17—19; 804—805.

[2]) A. B. MEYER, Centralbl. für die med. Wiss. 1868. S. 721—725; 1869, S. 161—164; FICK, ib., 1869, S. 611—612.

[3]) MAREY, La méthode graphique. Paris 1878, S. 518.

Unsere Versuche wurden im April—Juni d. J. an Frühlingsfröschen angestellt. In den folgenden Tabellen bedeutet

N:o — die Nummer der Reizung;

Ind. — die Entfernung der sekundären Rolle von der primären in Centimeter; eine Gradirung nach der relativen Stärke der Inductionsströme war für unsere Untersuchungen nicht nöthig.

MZ — die Höhe der 11 mal vergrösserten Muskelzuckung;

Lat. — die Latenzdauer der Muskelzuckung.

Bei den Versuchen 1—37, 71—89 war die primäre Rolle mit 3 Eisenkernen, bei den Versuchen 38—70 mit 7 Eisenkernen gefüllt.

Die Spannweite der Elektroden war 10—15 Mm. Um soweit möglich die Einwirkung des Nervenstromes auszuschliessen, legten wir sie an die Mitte des Nerven, nach dem Abgang der Oberschenkeläste an.

II.

Die Lücke.

Am leichtesten erscheint die Lücke bei aufsteigendem Schliessungsinductionsstrome. Wir haben 45 dergleichen Versuche gemacht ohne in einem einzigen dieselbe zu vermissen. Die Erscheinung ist also eine überaus gesetzmässige. In verschiedenen Versuchen befindet sich die Lücke zwar zwischen verschiedenen Intervallen der Reizstärke und beginnt auch nicht immer bei derselben Stärke; sie zeigt jedoch immer eine gewisse Constanz in ihrer Erscheinungsweise, wie genügend dargethan wird durch die folgenden Beispiele, welche aus Versuchen bei steigender Stärke des Reizes entnommen sind. Um nur unter einander genau vergleichbare Versuche mitzutheilen, haben wir in der Tabelle nur diejenigen Versuche berücksichtigt, bei welchen die Zahl der Eisenkerne in der primären Rolle unverändert gewesen ist (= 7 Eisenkerne). Als Beginn der Lücke haben wir hier das vollständige Verschwinden der Zuckungen aufgefasst, als Schluss derselben das definitive Wiederauftreten der Zuckungen bestimmt. Es kommt nämlich zuweilen vor, dass mitten in der Lücke eine kleine Zuckung hervortritt, während bei weiter fortgesetzter Steigerung der Reizstärke die Zuckungen wieder ausbleiben. In solchen, jedoch seltenen Fällen (dieselben sind in der folgenden Tabelle mit * bezeichnet) haben wir nur das definitive Wiederauftreten der Zuckungen als Schluss der Lücke betrachtet.

Tab. 1.

Versuchs-nummer.	Beginn der Lücke bei Ind.	Schluss der Lücke bei Ind.	Breite der Lücke = Unterschied zwischen Beginn und Schluss der Lücke.
56	12	3	9
57 [1]	10	7	3
*58	11	0	11
59	10	4	6
60	12	5	7
61	11	4	7
62	12	6	6
63	12	5	7
64	12	5	7
*65	14	6	8
66	11	10	1
67	12	3	9
68	13	6	7
69	10	2	8
70	12	2	10

Alle diese Versuche sind mit verschiedenen Präparaten gemacht. Aus der Tabelle geht deutlich hervor, dass die Lücke mit ziemlich bedeutender Regelmässigkeit bei ungefähr derselben Stromstärke beginnt. In den 15 hier verzeichneten Versuchen erscheint sie bei 10 Ctm. Entfernung zwischen den Inductionsrollen 3 mal, bei 11 Ctm. Entfernung ebenso 3 mal, bei 12 Ctm. Entfernung 7 mal. bei 13 Ctm. 1 mal und bei 14 Ctm. ebenso 1 mal, d. h. in der grossen Mehrzahl der Fälle tritt die Lücke bei unserer Versuchsanordnung bei 10—12 Ctm. Entfernung zwischen den Inductionsrollen hervor, gewiss eine sehr auffallende Regelmässigkeit bei einem so complicirten Vorgang, wie die Lücke ja unzweifelhaft ist.

---

[1]) Vgl. Tab. III.

Nicht weniger gleichmässig ist die Breite der Lücke, gemessen durch die Differenz der Stromstärken, welche die Lücke umfassen. In den 15 Versuchen betrug die Lücke 1 mal 1 Ctm., 1 mal 3 Ctm., 2 mal 6 Ctm., 5 mal 7 Ctm., 2 mal 8 Ctm., 2 mal 9 Ctm., 1 mal 10 Ctm. und 1 mal 11 Ctm., d. h. im Allgemeinen umfasst die Lücke bei unserer Versuchsanordnung 6—8 Ctm. Zwar sind diese Werthe nicht vollständig vergleichbar, weil die Stromstärken nicht unter einander proportional sind, sie zeigen jedoch, dass die Lücke auch betreffend ihrer Breite eine gewisse Gesetzmässigkeit nicht entbehrt.

Dasselbe Ergebniss geben auch die folgenden nach demselben Princip zusammengestellten Versuche, bei welchen die Zahl der Eisenkerne in der primären Rolle nur 3 betrug. Uebrigens sind sie derselben Versuchsreihe angehörig, und von derselben wurden nur diejenigen Versuche weggelassen, bei welchen die Zuckungen nicht vollständig verschwanden, sondern nur beträchtlich abnahmen; wir werden gleich über dieselben näher berichten.

Tab. II.

Versuchsnummer.	Beginn der Lücke Ind.	Schluss der Lücke Ind.	Breite der Lücke Ind.
5	8	0	8
6	8	0	8
7	8	0	8
9	4	0	4
10	8	0	8
*13	10	0	10
14	8	0	8
15	8	0	8
16	10	0	10
17	11	4	7
*19	9	2	7
20	10	9	1
22	9	0	9
23	8	2	6
25	8	0	8
26	10	4	6
30	8	0	8

Bei den Versuchen 5—16, 23, 25 und 30 wurde die secundäre Inductionsrolle jedes mal 2 Centimeter der primären genähert; bei den übrigen geschah dies Centimeterweise. In den Versuchen 9, 13, 14, 15, 16, 25 und 30 war die Lücke noch nicht bei über einander geschobenen Inductionsrollen verschwunden. Uebrigens finden wir in dieser Tabelle dieselbe Regelmässigkeit in dem Auftreten der Lücke, wie in der Tab. I: unter den 17 hier verzeichneten Versuchen begann die Lücke bei 8 Ctm. Entfernung zwischen den Inductionsrollen 9 mal, bei 9 Ctm. 2 mal, bei 10 Ctm. 4 mal, bei 4 Ctm. 1 mal und bei 11 Ctm. 1 mal; d. h. bei der jetzigen Versuchsanordnung beginnt die Lücke in der Mehrzahl der Fälle bei einer Entfernung von 8—10 Ctm. zwischen den Inductionsrollen.

Ein Vergleich zwischen den Tabellen I und II lehrt uns, dass in der letzteren die Lücke später beginnt und später aufhört als in der ersteren, dass sie also hier ein wenig höher geschoben ist. Diese Erscheinung ist natürlich davon bedingt, dass bei den in der Tabelle I aufgenommenen Versuchen der Reiz wegen der grösseren Anzahl von Eisenkernen stärker gewesen ist, als bei den Versuchen, welche in der Tabelle II verzeichnet sind.

Um die Lücke näher kennen zu lernen, müssen wir untersuchen, wie die Zuckungen bei steigender Reizstärke vom ersten Maximum zu Null abnehmen, und wie sie darauf wieder sich erheben. Um diese Frage zu beleuchten werden wir einige Auszüge aus unseren Versuchsprotokollen mittheilen. Die Art und Weise, wie die Zuckungen zum ersten relativen Maximum sich erheben, interessirt uns hier nicht. und wir beginnen darum unsere Auszüge von dem relativen Maximum an[1]).

---

[1]) Wir benutzten den Ausdruck »relatives Maximum», weil, wie wir in der oben citirten Abhandlung gezeigt haben, ein wirkliches Maximum im Sinne FICKS nicht existirt. sondern die Zuckungen nur asymptotisch einem Maximum sich nähern.

Tab. III.

Versuch 57.

N:o.	Ind.	MZ.
11	13	20,5
12	12	16,0
13	11	1,4
14	10	0
15	9	0
16	8	0
17	7	5,8
18	6	5,7
19	5	5,5
20	4	5,7
21	3	5,7
22	2	0
23	1	12,7
24	0	16,4

Versuch 59.

N:o.	Ind.	MZ.
10	14	24,0
11	13	16,6
12	12	11,1
13	11	1,4
14	10	0
15	9	0
16	8	0
17	7	0
18	6	0
19	5	0
20	4	6,0
21	3	10,0
22	2	13,1
23	1	12,7
24	0	17,0

Versuch 64.

N:o.	Ind.	MZ.
7	17	25,0
8	16	24,8
9	15	21,5
10	14	18,5
11	13	0,6
12	12	0
13	11	0
14	10	0
15	9	0
16	8	0
17	7	0
18	6	0
19	5	5,5
20	4	13,2
21	3	18,5
22	2	19,5
23	1	22,1
24	0	23,2

Versuch 65.

N:o.	Ind.	MZ.
6	20	18,1
7	19	17,7
8	18	16,7
9	17	16,0
10	16	11,1
11	15	9,2
12	14	0
13	13	0
14	12	0
15	11	1,8
16	10	0
17	9	0
18	8	0
19	7	0
20	6	5,8
21	5	5,4
22	4	11,9
23	3	14,0
24	2	15,0
25	1	18,1
26	0	18,4

Versuch 68.

N:o.	Ind.	MZ.
9	16	29,0
10	15	27,9
11	14	10,5
12	13	0
13	12	0
14	11	0
15	10	0
16	9	0
17	8	0
18	7	0
19	6	5,2
20	5	7,2
21	4	7,3
22	3	13,9
23	2	14,9
24	1	20,5
25	0	22,5

Aus diesen Versuchen geht hervor, *dass die Zuckungen im Allgemeinen viel steiler vor der Lücke abnehmen, als sie nach derselben sich wieder erheben.* Ferner lehren sie, dass bei unserer Versuchsanordnung die Zuckungen noch nicht bei über einander geschobenen Inductionsrollen ihr früheres Maximum erreicht haben. Wir werden aber später zeigen, dass dieses

Maximum bei fortgesetzter Reizung bei über einander geschobenen Rollen nicht nur wieder auftritt, sondern auch übertroffen wird. Vorher müssen wir aber einige andere Eigenschaften der Lücke berücksichtigen.

Wenn man, nachdem die Zuckungen nach der Lücke wieder erschienen sind und eine mehr oder weniger beträchtliche Höhe erreicht haben, den Versuch fortsetzt und mit sinkender Reizgrösse das Präparat im gewohnten Rhytmus reizt, so findet man, dass die Lücke in den meisten Fällen ganz und gar verschwunden ist, nur ausnahmsweise ist davon eine halb verwischte Spur zu merken. Vermindert man immer weiter die Reizstärke, bis man unter den Schwellenwerth des Reizes gekommen ist, und beginnt man darauf das Präparat wieder mit steigender Reizstärke zu reizen, so stellt sich die Lücke fast ganz in derselben Weise wie früher dar; bei wiederholter Reizung mit sinkender Reizstärke ist sie dagegen wieder verschwunden. Diese zum Theil schon von GRÜTZNER[1]) beobachteten Erscheinungen, welche, wie wir später zeigen werden, eine grosse theoretische Bedeutung haben, sind überaus constant, wie z. B. in den folgenden Versuchen.

Tab. IV.

Versuch 10.

Ind.	MZ.			
		I. Steig. Reiz-stärke.		II. Sink. Reiz-stärke.
	N:o.		N:o.	
14	3	29,4	39	30,2
12	4	29,0	38	30,2
10	5	2,1	37	31,7
8	6	0	36	31,8
6	7	0	35	31,5
4	8	0	34	32,4
2	9	0	33	31,9
0	10	6,4	32	31,5
0	30	30,1	31	30,5

---

[1]) GRÜTZNER, Archiv für die ges. Physiologie, XXVIII, S. 174—175; 1882.

Versuch 17.

Ind.	MZ.							
	N:o.	I. Steig. Reizstärke.	N:o.	II. Sink. Reizstärke.	N:o.	III. Steig. Reizstärke.	N:o.	IV. Sink. Reizstärke.
13	10	22,6	50	24,9	71	25,9		
12	11	5,2	49	24,7	72	1)	99	26,8
11	12	0	48	27,3	73	1)	98	27,0
10	13	0	47	25,0	74	9,2	97	26,7
9	14	0	46	24,8	75	0	96	25,7
8	15	0	45	24,4	76	0	95	26,2
7	16	0	44	25,0	77	0	94	27,1
6	17	0	43	25,8	78	5,0	93	27,1
5	18	0	42	25,5	79	11,0	92	26,9
4	19	9,2	41	25.1	80	14,5	91	27.0
3	20	5,1	40	25,5	81	19,6	90	26.8
2	21	16,3	39	25,4	82	22,3	89	25,9
1	22	17,0	38	25,1	83	24.3	88	26,4
0	23	19,3	37	24.5	84	24.8	87	25.1

Versuch 19.

Ind.	MZ.					
	N:o.	I. Steig. Reizstärke.	N:o.	II. Sink. Reizstärke.	N:o.	III. Steig. Reizstärke.
12	9	20.8	48	22,1	65	22,0
11	10	14,6	47	22,1	66	13,2
10	11	2,3	46	20,6	67	1.1
9	12	0	45	19 1	68	0
8	13	0	44	18,2	69	0
7	14	0	43	19,8	70	0
6	15	0	42	19,3	71	1,9
5	16	0	41	19,0		
4	17	6,7	40	20,2		
3	18	0	39	19,8		
2	19	3,2	38	19,8		
1	20	7,1	37	21,0		
0	21	7,7	36	21,8		

---

1) Die Bestimmungen 72 und 73 können nicht gemessen werden.

Versuch 20.

Ind.	MZ.							
	N:o.	I. Steig. Reizstärke.	N:o.	II. Sink. Reizstärke.	N:o.	III. Steig. Reizstärke.	N:o.	IV. Sink. Reizstärke.
12	12	21,5	46	22,2	71	22,7	98	20,5
11	13	10,8	45	22,2	72	18,8	97	17,7
10	14	0	44	15,5	73	0	96	18,5
9	15	2,5	43	15,4	74	10,2	95	17,5
8	16	6,4	42	15,5	75	11,1	94	17,6
7	17	7,5	41	15,0	76	13,7	93	18,2
6	18	9,1	40	16,0	77	13,3	92	16,9
5	19	12,0	39	17,6	78	10,0	91	18,1
4	20	13,8	38	17,2	79	9,6	90	18,7
3	21	13,5	37	17,7	80	11,8	89	18,9
2	22	14,7	36	19,5	81	16,8	88	20.7
1	23	14,8	35	17,3	82	18,2	87	20,5
0	24	15,6	34	18,8	83	18,4	86	20,0

Versuch 23.

Ind.	MZ.							
	N:o.	I. Steig. Reizstärke	N:o.	II. Sink. Reizstärke	N:o.	III. Steig. Reizstärke.	N:o.	IV. Sink. Reizstärke.
12	5	26,5	49	29,1	62	29,3	113	30,3
10	6	19,2	47	29,7	63	25,8	109	29,1
8	7	0	45	26,0	64	0	105	27,3
6	8	0	43	26,8	65	0	101	29,8
4	9	0	41	27,5	66	7,5	97	29,7
2	10	7,0	39	27,4	67	0	93	29,6
0	11	13,1	37	28,3	68	13,7	89	29,4

Bei allen diesen Versuchen wurde die Reizung ununterbrochen fortgesetzt; über die Deutung der hier erhaltenen Ergebnissen, siehe die folgende Abtheilung.

Ausnahmsweise ereignet es sich, dass bei steigender Reizstärke die Zuckungen zwar abnehmen, ohne aber bis zu Null zu sinken, und dann bei fortgesetzter Steigerung der Reizstärke wieder zunehmen. Wir haben also auch hier eine »Lücke», welche jedoch unvollständiger als die gewöhnliche ist. Dass die betreffende Erscheinung nicht irgend eine Folge einer Ermüdung, sondern eine wirkliche Lücke darstellt, geht aus anderen Umständen, welche wir in dem vierten Abschnitt dieser Abhandlung näher entwickeln werden, unzweideutig hervor. Als Probe der unvollständigen Lücke mögen folgende drei Versuche dienen; unter allen 45 Versuchen, die wir besitzen, haben wir nur fünf mal dieselbe beobachtet.

Tab. V.

Versuch 11.

N:o.	Ind.	MZ.
3	14	28,8
4	12	29,9
5	10	15,5
6	8	$\overline{18{,}6}$
7	6	$\overline{18{,}2}$
8	4	$\overline{19{,}3}$
9	2	20,5
10	0	20,4

Versuch 21.

N:o.	Ind.	MZ.
6	15	24,3
7	14	23,7
8	13	23,3
9	12	23,3
10	11	16,2
11	10	$\overline{8{,}2}$
12	9	$\overline{7{,}0}$
13	8	$\overline{7{,}0}$
14	7	$\overline{7{,}0}$
15	6	$\overline{7{,}2}$
16	5	$\overline{7{,}3}$
17	4	$\overline{7{,}2}$
18	3	$\overline{12{,}2}$
19	2	$\overline{21{,}2}$
20	1	20,9
21	0	21,9

Versuch 24.

N:o.	Ind.	MZ.
5	12	24,7
6	10	17,5
7	8	$\overline{9{,}9}$
8	6	$\overline{10{,}8}$
9	4	$\overline{10{,}3}$
10	2	$\overline{10{,}4}$
11	0	$\overline{13{,}3}$

Nachdem wir diese Grundgesetze der Lücke bei aufsteigendem Schliessungsinductionsstrome constatirt hatten, versuchten wir dieselben auch beim Oeffnungsinductionsstrome zu beobachten. Im Beginn war uns dies aber ganz unmöglich; wie früher gesagt, lösten wir die Oeffnungsinductionsströme durch vollständige Unterbrechung der primären Strombahn aus. Vielleicht hätten wir bei grösserer Stromstärke, als die von uns angewandte, die betreffende Erscheinung gesehen; wir wollten aber nicht allzu starke Ströme in Anwendung ziehen, um nicht den Nerven dadurch zu zerstören. Weil, wie Fick nachgewiesen hat[1], die Dauer eines *constanten* Stromes von bedeutendem Einfluss auf das Hervortreten der Lücke ist, indem die Stärke des Stromes um so grösser sein muss, je kürzer die Stromesdauer ist, so hofften wir die gesuchte Erscheinung zu erhalten, wenn wir die Dauer des Oeffnungsinductionsstromes in geeigneter Weise verlängerten. Dieses thaten wir dadurch, dass wir nunmehr die primäre Strombahn nicht öffneten, sondern nur die Stärke des in der primären Rolle kreisenden Stromes durch einen plötzlich eingeschalteten Widerstand verminderten. Dies geschah in folgender Weise. Von der Batterie *B* (Bild 1, Taf. I) geht der Strom zur primären Rolle, I, und dann durch den Unterbrecher, *U*, zurück zur Batterie. Die Pole des Unterbrechers stehen mit einem SIEMENS'schen Rheostat, *Rh*, in Verbindung. Wird jetzt der Contact $\alpha\beta$ unterbrochen, so wird der Strom natürlich nicht geöffnet, sondern nur geschwächt durch den eingeschalteten Widerstand und somit ein Oeffnungsinductionsstrom in der secundären Rolle ausgelöst.

---

[1] Fick, Untersuchungen über elektrische Nervenreizung. Braunschweig 1864.

Wenn wir bei unseren, nach dieser Anordnung gemachten Versuchen einen sehr grossen Widerstand einschalteten, so erhielten wir keine Lücke. Als wir aber einen ziemlich schwachen Widerstand (20—30 S. E.) benutzten, so zeigte sich die Lücke fast ausnahmslos: unter 12 Versuchen vermissten wir dieselbe nur ein einziges Mal. Jedenfalls tritt sie also auch bei Oeffnungsinductionsströmen sehr constant hervor, obgleich nicht in so hohem Grade wie bei Schliessungsinductionsströmen. In Anschluss hierher müssen wir auch hervorheben, dass man bei Oeffnungsinductionsströmen viel öfter als bei Schliessungsinductionsströmen eine Abnahme der Zuckungen begegnet, ohne dass sie bis zu Null sinken: unter unseren 12 Versuchen verschwanden die Zuckungen vollständig nur 4 mal, und zwar fand sich die Lücke dann zwischen *Ind.* 12—11 (Versuch 44), 14—11 (Versuch 45), 12—8 (Versuch 46), 13—13,5 (Versuch 53). Die Breite der Lücke ist also hier viel kleiner als bei Schliessungsinductionsströmen.

Uebrigens wiederholten sich bei Oeffnungsinductionsströmen dieselben Erscheinungen, wie bei Schliessungsinductionsströmen. Auch hier ist die Lücke verschwunden, wenn man mit sinkender Reizstärke von dem zweiten Maximum wieder zurückgeht, u. s. w. Als Belege mögen folgende Versuche dienen.

Tab. VI.

Versuch 46.

Ind.	MZ.			
		I.		II.
	N:o.	Steig. Reizstärke.	N:o.	Sink. Reizstärke.
16	18	24,5	53	15,3
15	19	24,1	52	27,0
14	20	6,9	51	31,3
13	21	2,1	50	32,8
12	22	0	49	31,7
11	23	0	48	30,0
10	24	11,2	47	28,7
9	25	0	46	28,3
8	26	18,7	45	27,6
7	27	24,3	44	26,6
6	28	24,9	43	27,0
5	29	24,9	42	27,1
4	30	25,3	41	27,1
3	31	25,3	40	27,1
2	32	25,4	39	27,1
1	33	26,0	38	28,0
0	34	28,1	37	28,7

Versuch 47.

Ind.	MZ.			
		I.		II,
	N:o.	Steig. Reizstärke.	N:o.	Sink. Reizstärke.
15	17	25,6	49	27,3
14	18	25,5	48	27,0
13	19	8,4	47	27,2
12	20	19,3	46	27,5
11	21	18,5	45	27,8
10	22	21.5	44	28,9
9	23	25,0	43	28,5
8	24	26,7	42	28,3
7	25	27,1	41	28,3
6	26	26.9	40	28,5
5	27	27,5	39	28,5
4	28	27,7	38	27,8
3	29	27,8	37	27,7
2	30	27,8	36	27,7
1	31	27,8	35	28,3
0	32	27,8	34	28,4

Versuch 48.

Ind.	MZ.			
		I,		II.
	N:o.	Steig. Reizstärke.	N:o.	Sink. Reizstärke.
15	18	21,6	59	27,9
14	19	19,4	58	27,5
13	20	17,1	57	26,4
12	21	22,0	56	26,4
11	22	7,3	55	26,3
10	23	12,3	54	25,6
9	24	21,0	53	25,0
8	25	22,8	52	24,7
7	26	24,2	51	25,7
6	27	24,0	50	25,3
5	28	24,6	49	24,3
4	29	24,9	48	24,9
3	30	26,2	47	24,6
2	31	27,3	46	24,4
1	32	25,7	45	25,4
0	33	25,8	44	25,4

Versuch 51.

Ind.	MZ.			
		I.		II.
	N:o.	Steig. Reizstärke.	N:o.	Sink. Reizstärke.
17	13	29,1	54	30,2
16	14	28,8	53	31,5
15	15	11,6	52	31,2
14	16	15,9	51	31,5
13	17	26,9	50	31,8
12	18	26,5	49	31,8
11	19	25,0	48	31,2
10	20	25,9	47	31,6
9	21	27,5	46	31,2
8	22	28,4	45	31,2
7	23	29,1	44	30,8
6	24	30,0	43	30,8
5	25	30,2	42	31,3
4	26	30,8	41	31,1
3	27	30,8	40	31,0
2	28	29,7	39	31,0
1	29	29,9	38	30,6
0	30	29,9	37	31,0

Wenn man den Versuch wieder fortsetzt und wieder mit steigender Reizstärke den Nerven reizt, so findet man sehr oft die Lücke verschwunden; sie ist also bei Oeffnungsinductionsströmen etwas flüchtiger als bei Schliessungsinductionsströmen.

Mit absteigendem Strome haben wir uns vergeblich bemüht eine Lücke zu finden; weder bei Schliessungs-, noch bei Oeffnungsinductionsströmen ist es uns gelungen auch eine geringste Andeutung derselben zu finden, und wir haben jedoch, um keine Spur zu verlieren, die Entfernung zwischen den Inductionsrollen nur halbcentimeterweise verändert, aber alles vergebens.

Mit Ausnahme der Beobachtung TIEGELS über die Existenz der Lücke beim absteigendem Strome haben wir also alle die von unseren Vorgängern gefundenen Thatsachen bestätigen können. Es erübrigt noch einige Worte zur theoretischen Erklärung der Lücke zu sagen.

Unseres Wissens sind nur zwei Theorien der Lücke, die eine von FICK, die andere von GRÜTZNER, aufgestellt worden. Nach der Theorie FICKS entsteht die Lücke zu Folge der Hemmung am positiven Pol, welche Hemmung bei einer gewissen Stromstärke genügend stark wird, um die vom negativen Pol ausgehende Erregung aufzuheben; wie FICK die nach der Lücke auftretenden Zuckungen erklärt, soll später erörtert werden. Die Abnahme und das Verschwinden der Zuckungen beim aufsteigenden Inductionsstrome wäre also ganz analog mit den entsprechenden Erscheinungen beim aufsteigenden constanten Strome[1]).

GRÜTZNER findet die theoretische Erklärung der Lücke in einer Art Interferenz zwischen dem eigenen Strom des Nerven und dem Reizstrom, ganz in derselben Weise wie er die von ihm entdeckte Lücke in der Reihe der Oeffnungszuckungen beim constanten Strome deutet. Die Thatsache, dass man verhältnissmässig sehr starke Inductionsströme anwenden muss, um die Lücke zu demonstriren, erklärt er dadurch, dass die Nervenmolecule, welche den Nervenstrom erzeugen, gewissermassen zu träge sind gegenüber dem Inductionsstrom, der, weil er eine gar zu kurze Zeit dauert, nicht bei geringerer Stärke diejenigen Erregbarkeitsveränderungen im Nerven hervorruft, die zur Entstehung der Lücke nothwendig sind[2]).

---

[1]) FICK, Verhandl. der physikal.-medicin. Gesellschaft in Würzburg, N. F. II, S. 150 folg.; 1871.

[2]) GRÜTZNER, Archiv für die ges. Physiologie, XXVIII, S. 174—177; 1882.

Um die Theorie Grützners zu prüfen, haben wir in einer Reihe von 14 Versuchen, bei welchen die Lücke immer auftrat, die Richtung des Nervenstromes vor und nach den Reizungen bestimmt. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle verzeichnet; die Pfeile in den Spalten 3 und 4 geben die Richtung des Nervenstromes an. Das aperiodische Galvanometer wurde durch ein auf 3,800 mm. Entfernung aufgestelltes Fernrohr beobachtet.

Tab. VII.

Versuchs-nummer.	Lücke zwischen Ind.	Nervenstrom vor dem Versuche.	Nervenstrom nach dem Versuche.
56	12— 3	—	↑ 1,5
57	10— 7	—	↓ 4,0
58	11— 0	↑ 1,5	↓ 1,5
59	10— 4	↑ 1,0	↓ 1,5
60	12— 5	↑ 12,0	↑ ?
61	11— 4	↑ 9,5	↑ 2,5
62	12— 6	↑ 12,5	↑ 11,5
63	12— 5	↑ 5,5	↑ 3,0
65	14— 6	↑ 11,0	↑ 10,0
66	11—10	↓ 5,0	↓ 6,0
67	12— 3	↑ 1,5	↑ 0,3
68	13— 6	↑ 5,0	↑ 4,5
69	10— 2	↑ 4,0	↑ 3,5
70	12— 2	↑ 3,3	↑ 2,0

Diese Versuche zeigen, dass die Lücke beim aufsteigenden Schliessungsinductionsstrome unabhängig von der Richtung des Nervenstromes auftritt, sowie dass in der Mehrzahl unserer Versuche dieser Strom in derselben Richtung wie der Reizstrom durch den Nerven kreiste. Eine Interferenz zwischen dem Nervenstrom und dem Reizstrom kann also nicht die Ursache der Lücke sein. Wir könnten auch von vornherein dieses voraussetzen, denn wir reizten, wie schon oben bemerkt ist, den Nerven bei seiner Mitte, und es wäre doch sehr merkwürdig, wenn diese Stelle constant einen absteigenden Strom gezeigt hätte.

Ferner lehren die eben citirten Versuche, dass, wenn der Nervenstrom vor der Reizung *aufsteigend* war, seine

Stärke nach dem Versuche immer abgenommen, ja in zwei Fällen sich umgekehrt hatte, sowie dass, wenn der Nervenstrom vor dem Versuche *absteigend* war, seine Stärke nach demselben zugenommen hatte. Diese Erscheinungen können wir durch die innere Polarisation des Nerven vollständig erklären. Durch die elektrotonischen Erscheinungen, welche bei Anwendung von Inductionsströmen auftreten, wissen wir, dass auch solche kurzdauernde Ströme eine nicht unerhebliche Polarisation in den Nerven hervorrufen, und wir werden später einige directe Bestimmungen über die Polarisation des Nerven durch Inductionsströme mittheilen. Ein aufsteigender Strom ruft durch Polarisation in den Nerven einen absteigenden Strom hervor: wenn der Nervenstrom *vor* dem Versuch aufsteigend war, muss *nach* demselben seine Stärke dadurch vermindert sein; war dagegen der Nervenstrom *vor* dem Versuche absteigend, so muss seine Stärke zu Folge der Polarisation *nach* demselben gesteigert sein. Diese Betrachtungen erklären die Veränderungen in der Stärke und Richtung des Nervenstromes nach der Reizung. Dass diese Veränderungen nicht immer gleich stark ausgeprägt sind, scheint leicht erklärlich dadurch, dass die Beobachtung des Nervenstromes natürlich nicht bei allen Versuchen gleich schnell nach dem Abschluss der Reizung vorgenommen werden konnte. Und wir wissen ja, dass die Polarisation sehr schnell abnimmt, nachdem der polarisirende Strom geöffnet worden ist. — Eben diesen Umstand könnte man gegen unsere Erklärung herbeiziehen, aber diese Einwendung ist leicht zu beseitigen. Wir wissen nämlich auf der anderen Seite, dass die Polarisation, obgleich in sehr verminderter Stärke, eine nicht ganz unbeträchtliche Zeit zurückbleibt; unsere Reizungen geschahen im Rhytmus von 1 Reizung jede 1,64 Sekunde: die von jeder vorhergehenden Reizung entstammende Polarisation hatte also noch eine verhältnissmässig bedeutende Stärke, als die folgende Reizung den Nerven traf, und hierdurch wurde allmählich die Stärke der Polarisation mehr und mehr gesteigert. Schliesslich muss noch hervorgehoben werden, dass bei den betreffenden Versuchen die Reizung nur mit steigender Stärke des Reizes geschah, dass also die Polarisation nicht Gelegenheit hatte zu Folge einer Abnahme der Reizstärke abzunehmen.

Die Theorie von **Grützner** ist also nicht übereinstimmend mit den Thatsachen, und wir müssen die Erklärung der Lücke anderswo suchen. Nach unserem Dafürhalten ist die Anschauung **Ficks** vollständig genügend um die Erscheinung der Lücke theoretisch zu deuten. Wenn die Lücke auch bei absteigendem Inductionsstrome constatirt werden könnte, so würde natürlich auch diese Theorie hinfällig, aber bis auf weiterem scheint sie vollständig haltbar zu sein, und die oben citirte Beobachtung **Tiegels**, welche von keinem anderen Forscher, auch nicht von **Grützner**, bestätigt worden ist, könnte, wie **Hermann** hervorgehoben hat, möglicherweise von einer Ermüdung des Nerven bedingt sein[1]). Wenn wir uns erinnern, dass nach **Fick** die Lücke bei kurzdauernden constanten Strömen kürzer, und schwerer nachzuweisen ist, je schneller der Strom verschwindet, so können wir auch in genügender Weise erklären, warum die Lücke lange nicht so leicht bei Oeffnungs- wie bei Schliessungsinductionsströmen auftritt.

Die Ursache der Lücke liege also in der Hemmung am positiven Pole, welche Hemmung bei einer gewissen Stärke des Stromes genügend ist, um die weitere Fortpflanzung der Erregung zu verhindern. Diese Hemmung ist jedoch nicht immer stark genug, um die Erregung vollständig auszulöschen, und vermag darum in einigen Fällen die Stärke der Erregung nur mehr oder weniger herabzusetzen. Bei Strömen von sehr kurzer Zeitdauer, wie Oeffnungsinductionsströme bei vollständiger Unterbrechung der primären Strombahn, hat die Hemmung nicht die Zeit in genügender Stärke sich herauszubilden um eine Lücke hervorzurufen, wenigstens wenn man nicht ausserordentlich starker Ströme sich bedient.

Unsere theoretischen Vorstellungen über das Verhalten der Lücke, wenn man den Nerven mit abnehmender Stärke der Inductionsströme reizt, werden wir in Zusammenhang mit den übermaximalen Zuckungen eingehend darstellen.

---

[1]) **Hermann**, Handbuch der Physiologie, II, 1, S. 109; 1879.

III.

Die übermaximalen Zuckungen.

Weil die Zuckungen so ganz verschieden sich verhalten, je nachdem der Strom in aufsteigender oder absteigender Richtung durch den Nerven geleitet wird, werden wir die durch sehr starke (übermaximale) Reizen hervorgerufenen Erscheinungen für die beiden Stromesrichtungen besonders abhandeln und beginnen mit dem aufsteigenden Strome, als derjenige, dessen Einwirkung auf den Nerven wir bisher am eingehendsten studirt haben.

Wie schon gesagt, fangen die Zuckungen nach der Lücke wieder an zu wachsen, und erreichen bei fortgesetzter Steigerung des Reizes allmählich dieselbe Höhe wie vor der Lücke. In einigen Fällen sieht man auch, wie die Zuckungen bei noch gesteigerter Reizgrösse über das erste Maximum wachsen und eine dasselbe beträchtlich übersteigende Höhe erreichen, wie z. B. aus den folgenden mit Oeffnungsinductionsströmen ausgeführten Versuchen hervorgeht.

Tab. VIII.

Versuch 44.			Versuch 45.		
N:o.	Ind.	MZ.	N:o.	Ind.	MZ.
14	19	33,1	16	18	25,4
15	18	32,9	17	17	25,2
16	17	32,9	18	16	25,2
17	16	32,8	23	11	6,7
23	10	16,7	24	10	14,5
24	9	29.4	25	9	24,0
25	8	33,2	26	8	26,9
26	7	33,8	27	7	26,8
27	6	33,9	28	6	27,3
28	5	34,4	29	5	27,5
29	4	35,5	30	4	27,6
30	3	39,2	31	3	29,1
31	2	42,8	32	2	29,2
32	1	44,1	33	1	34,1
33	0	44.9	34	0	36,5

Vergl. auch Versuch 46, 48 Tab. VI.

Einen solchen Zuwachs sieht man, wenigstens bei unserer Versuchsanordnung und bei der von uns angewandten

Stromstärke lange nicht immer. Wir glauben hierin die Ursache der negativen Ergebnisse LAMANSKYS zu finden. Wenn man aber, nachdem man die grösste mögliche Stromstärke geprüft hat, und also die Inductionsrollen über einander geschoben sind, den Versuch ruhig fortsetzt und mit derselben maximalen Reizstärke das Präparat in dem Rhytmus wie vorher reizt, so findet man, *dass die Zuckungen immer weiter wachsen und bald eine das erste relative Maximum weit überragende Höhe erreichen.* Als Beispiele dieser interessanten Erscheinung, welche unseres Wissens nicht früher beobachtet worden ist, erlauben wir uns einige Versuche mitzutheilen.

Tab. IX.

A. Schliessungsinductionsströme.

Versuch 5.

N:o.	Ind.	MZ.
3	16	30,6
4	14	30,6
5	12	29,4
11	0	4,4
12		11,0
13		14,4
14		14,5
20		25,6
25		25,4
30		30,1
35		30,0
40		31,4
45		32,6
50		33,2
55		34,3
60		34,5
65		34,5
70		34,6
75		35,7
80		35,6
85		36,5
90		36,2
92		36,5

Versuch 7.

N:o.	Ind.	MZ.
4	16	23,5
5	14	23,0
6	12	23,0
12	0	13,0
13		15,6
14		17,4
15		19,4
20		23,8
25		25,1
30		26,5
35		25,8
40		27,6
45		28,5
50		29,2
55		29,3
60		30,3
65		30,8
70		31,3
75		31,9
80		32,6
85		31,3
90		31,9
95		32,4
100		32,3
103		32,3

Versuch 8.

N:o.	Ind.	MZ.
2	16	25,5
3	14	26,0
4	12	24,7
10	0	15,6
11		18,8
12		16,6
13		22,5
14		21,6
15		23,2
20		27,5
25		28,4
30		31,4
35		32,2
40		34,1
45		34,7
50		34,9
55		35,4
60		36,1
65		36,9
70		36,7
75		37,1
80		36,2
85		37,0
90		36,2

Versuch 56.

N:o.	Ind.	MZ.
4	18	27,0
5	17	26,8
6	16	27,0
7	15	27,8
8	14	27,4
9	13	26,3
19	3	4,2
20	2	1,8
21	1	15,0
22	0	21,6
23		22,6
24		23,0
25		25,5
26		26,7
27		27,5
28		29,1
29		29,5
30		29,5
31		30,0
32		30,0

B. Oeffnungsinductionsströme.

Versuch 41.

Keine Lücke.

N:o.	Ind.	MZ.
1	34	13,6
5	30	24,6
10	25	25,7
15	20	26,6
20	15	28,0
25	10	27,9
30	5	28,5
35	0	29,5
40		30,3
45		31,2
50		31,8
55		31,7
60		31,3
65		32,8
70		33,0
75		33,8
80		32,4
85		33,5
90		32,3
95		34,9

Auch wenn bei der angewandten maximalen Reizstärke die Lücke noch nicht aufgehört hätte, d. h., *wenn bei über einander geschobenen Inductionsrollen noch keine Zuckung hervortrat, so sieht man bei Fortsetzung des Versuches die Zuckungen wieder erscheinen und allmählich eine beträchtliche Grösse erreichen.* Als Belege mögen folgende Versuche mit Schliessungsinductionsströmen dienen.

Tab. X.

Versuch 9.			**Versuch 13.**			**Versuch 14.**		
N:o.	Ind.	MZ.	N:o.	Ind.	MZ.	N:o.	Ind.	MZ.
4	16	23,5	4	16	25,4	3	14	23,8
5	14	23,6	5	14	24,8	4	12	23,0
12	0	0	12	0	0	10	0	0
13		2,7	13		5,4	11		0
14		5,1	14		10,5	12		0
15		4,7	15		13.0	13		0
16		1,9	20		7,6	14		0
17		2,4	25		14.0	15		0
18		2,4	30		16,6	16		3,5
19		2,8	35		22,8	17		2,5
20		14,2	40		22,3	18		11,2
25		9,8				19		1,2
30		13,4				20		0
35		17,0				25		16,0
40		18,0				30		16,4
45		20,2				35		23,4
47		21,2				40		24,0
						45		25,5
						46		25,0

Entfernt man, nachdem man in dieser Weise hohe Zuckungen erhalten hat, die Rollen wieder allmählich von einander, so bleiben die Zuckungen fortwährend bei ihrer übermaximalen Stärke; die Lücke ist, wie oben bemerkt, fast immer vollständig gefüllt, auch die bei den geringeren Reizstärken erhaltenen Zuckungen sind höher als vorher; die Zuckungen hören aber fast immer auf bei derselben Reizstärke, wo bei steigender Reizintensität die erste Zuckung erschienen ist. Um dieses Verhalten zu beleuchten, theilen wir den folgenden ganzen Versuch mit. Die Reizung geschah mit Schliessungsinductionsströmen.

Tab. XI.

Versuch 17.

N:o.	Ind.	MZ.	N:o.	Ind.	MZ.
1	22	11,8	31	0	23,0
2	21	23,2	32		23,7
3	20	23,4	33		23,9
4	19	23,0	34		24,6
5	18	22,6	35		25.3
6	17	22.6	36		24.7
7	16	22,5	37		24.5
8	15	22,5	38	1	25.1
9	14	22,6	39	2	25,4
10	13	22,6	40	3	25,5
11	12	5,2	41	4	25.1
12	11	0	42	5	25.5
13	10	0	43	6	25.8
14	9	0	44	7	25.0
15	8	0	45	8	24.4
16	7	0	46	9	24.8
17	6	0	47	10	25.0
18	5	0	48	11	27.3
19	4	9,2	49	12	24.7
20	3	5,1	50	13	24.9
21	2	16,3	51	14	25,0
22	1	17,0	52	15	25.2
23	0	19,3	53	16	25,6
24		17,0	54	17	25.5
25		21,2	55	18	25,8
26		21,3	56	19	26,0
27		22,2	57	20	25,6
28		22,7	58	21	25,6
29		22,8	59	22	21.8
30		23,0	60	23	10,4

Vergl. auch die Tab. IV. Wie aus diesen Versuchen hervorgeht, steigen die Zuckungen noch nachdem man begonnen hat die Reizstärke zu vermindern.

Nebenbei ist noch zu bemerken, dass man zuweilen Präparate erhält. welche bei der von uns angewandten Stromstärke gar keine übermaximalen Zuckungen geben; eine ähnliche Beobachtung ist auch von MEYER gemacht[1]).

Wenn man, unmittelbar nachdem eine solche Reihe zuerst mit steigender, dann mit sinkender Reizstärke gemacht worden ist. von der Reizschwelle an wieder die Stärke des Reizes steigert, so sind zwar grosse Zuckungen bei geringerer Reizstärke wieder zu finden. die Lücke stellt sich aber wie früher ein, die Zuckungen wachsen allmählich nach der Lücke und erreichen wie früher nur langsam das übermaximale Stadium. Bei weiter fortgesetztem Versuch behalten die Zuckungen ihren maximalen Werth, wenn man, wie früher, den Versuch mit abnehmender Stärke des Reizes fortsetzt. Beispiele siehe Tab. IV.

---

[1]) A. B. MEYER, Untersuchungen aus dem physiologischen Laboratorium der Züricher Hochschule, I, S. 37, 1869.

Dass der Zuwachs in der Grösse der Zuckungen, welcher bei immer fortgesetzter Reizung mit derselben Reizstärke hervortritt, nicht die Folge einer Erregbarkeitserhöhung im Nerven sein kann, möchte schon durch die Höhe dieses Zuwachses einleuchtend sein. Gegen eine solche Annahme streitet auch die Thatsache, dass die Lücke sich wieder einstellt, d. h. die etwaige Erregbarkeitserhöhung wieder verschwindet, wenn man unmittelbar nach dem Schluss einer Reihe von Reizungen mit sinkender Reizstärke den Nerven mit steigender Reizstärke wieder reizt. Wenn wirklich eine Veränderung der Erregbarkeit des Nerven die Ursache der Erscheinung wäre, so ist es unbegreiflich, wie diese Veränderung so schnell nach dem Schlusse der absteigenden Reihe verschwindet. Ihre Ursache muss darum irgend anderswo gesucht werden.

Dass sie nicht in einer unipolaren Wirkung liegen kann, ist selbstverständlich, denn warum sollte diese unipolare Wirkung nur bei sinkender, nicht aber bei steigender Reizstärke sich zeigen?

Hier möchten wir noch die übrigen Gründe zusammenstellen, welche den Beweis liefern, dass die übermaximalen Zuckungen, welche wir studirt haben, nicht von einer unipolaren Wirkung bedingt sind. Die stärksten Ströme, welche wir angewandt haben, d. h. Oeffnungsinductionsströme bei vollständiger Unterbrechung der primären Strombahn, haben keine übermaximalen Zuckungen gegeben, und jedoch müssten eben diese Ströme leichter als alle andere unipolare Wirkungen hervorrufen. Ferner treten die grossen Zuckungen bei über einander geschobenen Rollen nicht sogleich hervor, sondern nur wenn man die Reizung immer fortsetzt, und schliesslich zeigen, wie wir später näher entwickeln werden, beim aufsteigendem Schliessungsinductionsstrome die übermaximalen Zuckungen ein sehr verlängertes Stadium der latenten Reizung.

Wenn wir aber die Hauptbedingungen des Zuwachses der Zuckungen nach der Lücke festhalten, so können wir eine ziemlich einfache und natürliche Erklärung dafür finden. Durch die Arbeiten von **Biedermann** und dem einen von uns[1]) ist es erwiesen, dass das Hervortreten der Oeffnungszuckung beim constanten Strome ausser von der Stärke und Dauer dieses Stromes auch bedingt ist von der Zeit, welche verfliesst, bevor der Strom wieder geschlossen wird, nachdem er geöffnet worden ist. Ist diese Zeit sehr kurz, so genügt eine verhältnissmässig kurze Stromdauer um eine Oeffnungszuckung hervorzurufen, wenn nämlich eine Oeffnungszuckung kurz vorher zu Folge einer längeren Stromdauer aufgetreten war. Der eine von uns hat diese Erscheinung durch die innere Polarisation des Nerven erklären wollen[2]). Nach dieser Theorie — dieselbe hat auch **Grützner** zu derselben Zeit aufgestellt[3]) — liegt die Ursache der Oeffnungszuckung in dem Auftreten eines durch den constanten Strom im Nerven hervorgerufenen Polarisationsstromes. Nun wissen wir, dass der Polarisationsstrom augenblicklich nach dem Oeffnen des polarisirenden Stromes seine grösste Stärke erreicht und dass er darnach herabsinkt, zuerst schnell, dann immer langsamer, zo dass er längere Zeit nach dem Oeffnen des polarisirenden Stromes fortdauert. Die nach der Lücke auftretenden Zuckungen zeigen nun eine vollständige Uebereinstimmung mit den Oeffnungszuckungen beim constanten Strome. Gleichwie diese sind jene zunächst von der Stärke des Reizstromes abhängig. Wenn man mitten in der Lücke die Reizstärke nicht mehr steigert, so kann man den Nerven damit sehr lange reizen, ohne die geringste Andeutung einer Zuckung zu erhalten. Der Reiz muss also eine gewisse Stärke haben, um Zuckungen nach der Lücke hervorzurufen. Ferner wachsen die Zuckungen nach der Lücke mit der Stärke des Inductionsstromes, ganz wie es der Fall ist mit der Oeffnungszuckung. — Wie oben bemerkt ist, geschahen unsere Reizungsversuche im Rhytmus von je einer Reizung auf 1,64 Sek. Die Inductionsströme folgten also ziemlich schnell auf einander, und die durch einen vorhergehenden Strom entstandene

---

[1]) **Biedermann**, Wiener Sitzungsberichte. Math. naturwiss. Classe. Dritte Abth. Bd. 83, S. 328; 1881.
Tigerstedt, Bihang till K. Svenska Vet.-Akad. Handl, Bd. 7, N:o 7, S. 11; auch in den Mittheilungen vom physiol. Laborat. in Stockholm, Hft. 2, 2; 1882.

[2]) **Tigerstedt**, l. c.

[3]) **Grützner**, Breslauer ärzl. Zeitschrift 1882, N:o 23.

Polarisation war also lange nicht geschwunden, als der folgende Strom eine neue Polarisation hervorbrachte. In dieser Weise ging es immer weiter, allmählich wurde die Polarisation stärker und somit auch die dadurch hervorgerufenen Zuckungen nach der Lücke. Wenn man dann wieder die Reizstärke verminderte, dauerte dennoch die Polarisation eine Weile in genügender Stärke um Zuckungen hervorzubringen und die Lücke zu füllen. Sie nahm aber immer mehr ab, je kleiner die Reizstärke wurde, denn sie wurde ja nicht in genügender Weise unterhalten. Wenn man zuletzt bis zur Schwelle des Reizes angekommen war und darnach nur wenige Sekunden den Nerven mit unterminimalen Reizen reizte, bevor man eine neue Reihe mit steigender Reizstärke vornahm, so war die Polarisation schon in so hohem Grade geschwächt, dass die Lücke nicht mehr durch die erregende Kraft der zurückgebliebenen Polarisation gefüllt werden konnte.

Für unsere Deutung spricht auch der Umstand, dass die bei unveränderter Reizstärke, wenn die Inductionsrollen über einander geschoben sind, erhaltenen Zuckungen nicht immer stetig sich heben, sondern im Beginn einen sehr unregelmässigen Zuwachs zeigen, ganz wie man es nicht selten bei Oeffnungszuckungen beim constanten Strome findet. (Vergl. Tab. XI).

Diese Betrachtungen werden durch die in der Tabelle VII mitgetheilten Versuche wesentlich unterstützt, denn sie zeigen ganz unzweideutig die Einwirkung der Polarisation auf den Nervenstrom an. Um diese Frage näher zu beleuchten haben wir durch directe Versuche die durch Inductionsströme in den Nerven hervorgerufene Polarisation untersucht, und zwar in folgender Weise.

Von der secundären Rolle II, (Bild 2, Taf. I) geht der Inductionsstrom durch einen Quecksilberschlüssel, *Q*, welcher direct in der Leitung angebracht ist, zum Nerven, *N*. *N*. Vom Nerven geht der Strom durch den einen Arm eines Morse'schen Tangents, *T*, zum Galvanometer, *G*. Die Leitung vom Nerven zum Galvanometer ist nur dann geschlossen, wenn der Arm *a* des Tangents gegen die Platte *b* gedruckt ist. Der zweite Arm, *x*, des Tangents vermittelt, wenn er gegen die Platte *y* gedruckt ist, die Schliessung der Strombahn von der Batterie, *B*, zur primären Rolle, I. Dieser Arm ist nach links verlängert und berührt von unten den horizontal angebrachten Hebel *H*, welcher den Bügel trägt, der die beiden Quecksilbergefässe des Schlüssels mit einander in leitender Verbindung setzt. Wenn der Contact *x—y* geöffnet wird, so wird natürlich ein Inductionsstrom in der secundären Rolle ausgelöst, und er entladet sich durch den Nerven. Aber bevor darauf der Contact *a—b* geschlossen wird, wird der Bügel aus den Queksilbergefässen des Schlüssels gehoben, und also die Bahn zur secundären Rolle unterbrochen. Als jetzt der Contact *a—b* und somit die Leitung vom Nerven zum Galvanometer geschlossen wird, ergiesst sich der durch den Inductionsstrom hervorgebrachte Polarisationsstrom zum Galvanometer.

Natürlich waren die beiden Arme des Tangents ebensowie die Platten sorgfältig von einander isolirt. Ein Zweig vom Inductionsstrome konnte also nicht in die Galvanometerleitung einbrechen. Die Anordnung um den Nervenstrom zu compensiren war die gewöhnliche.

Der Versuch wurde folgendermassen ausgeführt. Bei geöffnetem Schlüssel *Q* wurde zuerst der Nervenstrom compensirt; dann wurde der Contact *x—y* hergestellt, und darauf der Schlüssel geschlossen. Als alles somit in Ordnung war, wurde mit einem heftigen Schlag der Arm *a* gegen die Platte *b* gedruckt; dabei wurde der Contact *x—y* unterbrochen, ein Inductionsstrom ausgelöst und durch den Nerven geleitet, sowie schliesslich der Bügel aus den Quecksilbergefässen gehoben. Der Ausschlag am Galvanometer konnte dann nicht von etwas anderem als dem Polarisationsstrome bedingt sein.

Wir benutzten hier denselben MORSE'schen Tangent, welchen der eine von uns bei seiner Untersuchung über die innere Polarisation in den Nerven benutzt hatte[1]). Die Zeit zwischen dem Oeffnen des Contacts *x—y* und der Schliessung des Contacts *a—b* betrug bei diesen Versuchen im Mittel 0,"028, mit Exträmen zwischen 0,"018 und 0,"040. Diese Werthe haben natürlich auch bei der vorliegenden Untersuchung ihre Gültigkeit.

Als Stromquelle in der primären Bahn benutzten wir 11 zur Säule vereinigte MEIDINGER'sche Elemente. Die Oeffnungsinductionsströme lösten wir durch vollständige Unterbrechung der Leitung aus; um die Schliessungsinductionsströme auszulösen, war der Contact $x - y$ alsNebenschliessung eingerichtet. Das Schlitteninductorium war nach der Stärke des inducirten Stromes gradirt. Bei allen Versuchen benutzten wir 4 zusammengelegte *nn. ischiadici.* Die Entfernung des Galvanometers vom Fernrohr var 3,8 Meter.

---

[1]) TIGERSTEDT, Bihang till K. Svenska Vet.-Akad. Handl. Bd. 7, N:o 6; auch in den Mittheilungen vom physiol. Laboratorium in Stockholm Heft 2, 1; 1882.

Die Ergebnisse sind in den folgenden Tabellen verzeichnet. Die Schwankungen, welche sie zeigen, sind bei unserer einfachen Versuchsanordnung unvermeidlich, doch tritt hier die Proportionalität zwischen den Inductionsströmen und der Polarisation ziemlich gut hervor.

Tab. XII.

Polarisation durch Schliessungsinductionsströme.

N:o.	Stärke des Stromes.	Ausschlag Versuch				Mittel Versuch			
		3	11	18	19	3	11	18	19
1	20	2,0	0,55	0,8	0,65				
2		2,4	0,50	0,7	0,8				
3		1,6	0,45	0,85	0,75				
4		1,55	0,5	0,8	0,65				
5		1,5	0,7	0,9	0,7	1,81	0,54	0,81	0,71
6	15	1,6	0,55	0,7	0,55				
7		1,3	0,7	0,55	0,5				
8		2,2	0,55	0,6	0,6				
9		2,0	0,65	0,55	0,55				
10		1,6	0,45	0,6	0,5	1,74	0,58	0,60	0,54
11	10	1,0	0,4	0,45	0,4				
12		0,9	0,4	0,35	0,4				
13		0,85	0,2	0,5	0,4				
14		0,95	0,3	0,35	0,4				
15		1,0	0,8	0,4	0,3	0,94	0,32	0,41	0,38
16	5	0,45	0,25	0,1	0,15				
17		0,45	0,1	0,1	0,2				
18		0,5	0,2	0,05	0,2				
19		0,45	0.1	0,1	0,2				
20		0,35	0,1	0,05	0.2	0,44	0,15	0,08	0,19

Tab. XIII.

Polarisation durch Oeffnungsinductionsströme.

N:o.	Stärke des Stromes.	Ausschlag Versuch				Mittel Versuch			
		10	13	14	16	10	13	14	16
	20	1,15	1,3	1,2	0,75				
		1,1	1,4	1,35	0,7				
		1,0	1,35	1,1	0,6				
		1,1	1,2	1,2	0,55				
		1,35	1,05	1,25	0,55	1,14	1,26	1.22	0,63
	15	1,1	1,05	1,2	0,3				
		1,05	1,15	1,3	0,4				
		1,35	0,95	1,1	0,3				
		1,35	0,85	0,9	0,3				
		0,95	0,8	1,05	0,45	1,16	0,96	1,11	0,35
	10	0,8	0,7	1,0	0,2				
		0,9	0,65	0,95	0,15				
		0,9	0,5	0,9	0,3				
		0,9	0,5	1,15	0,3				
		0,9	0,6	0.8	0,3	0,88	0,59	0,96	0,25
	5	0,75	0,25	0,7	0,15				
		0,7	0,25	0,65	0,1				
		0,7	0,3	0,6	0,1				
		0,65	0,25	0,55	0,15				
		0,75	0,3	0,6	0,2	0,71	0,27	0,62	0,14

Die Spannweite der Electroden war beim

Versuch	3	20 mm.;
»	10	11 »
»	11	11 »
»	13	15 »
»	14	15 »
»	16	14 »
»	18	14 »
»	19	14 »

Wenn wir bedenken, dass der Strom in der primären Rolle bei diesen Versuchen ziemlich schwach war, können wir leicht begreifen, dass bei unseren Reizungsversuchen die Polarisation des Nerven genügend stark werden konnte, um für die Zuckungen nach der Lücke von grosser Bedeutung zu sein.

Dieser Anschauung gemäss wurde also die nach der Lücke beim aufsteigenden Inductionsstrome auftretenden Zuckungen in gewisser Beziehung den Oeffnungszuckungen beim constanten Strome entsprechen. Die Lücke wäre durch die Hemmung am positiven Pole bedingt, mit einem Worte, wir hätten einen ganz vollständigen Parallelismus zwischen dem aufsteigengenden Inductionsstrome und dem aufsteigenden constanten Strome. Doch müssen wir ausdrücklich hervorheben, dass wir noch gar nicht uns äussern wollen darüber, ob nicht neben der Polarisation irgend eine andere Ursache für die Zuckungen nach der Lücke von Bedeutung sein konnte. Ueber diesen Gegenstand können wir uns nur dann etwas genauer aussprechen, wenn wir den Zeitverlauf und die Latenzdauer der Zuckungen vor und nach der Lücke studirt haben.

Wenden wir uns jetzt an die Versuche mit absteigendem Inductionsstrome. Die Erscheinung der übermaximalen Zuckungen tritt hier lange nicht so ausgeprägt hervor wie beim aufsteigenden Strome, wenigstens bei der von uns angewandten Reizstärke. Doch haben wir ganz deutlich ein Wachsthum der Zuckungen über das erste Maximum hinaus beobachtet, wie z. B. die folgenden Versuche darthun, bei welchen man auch sehen kann, wie die Zuckungen bei einer und derselben Reizstärke nach und nach weiter zunehmen.

Tab. XIV.

A. Schliessungsinductionsströme.

Versuch 4.

N:o.	Ind.	MZ.
1	24	33,1
2	22	32,9
3	20	32,8
4	18	32,5
5	16	32,5
6	14	32,6
7	12	32,6
8	10	32,6
9	8	32,3
10	6	32,6
11	4	32,8
12	2	32,8
13	0	33,2
14		33,2
15		33,1
20		33,7
25		33,9
30		34,0
35		34,2
40		34,6
45		34,7
50		34,8
55		34,6
60		35,2
65		35,6
70		35,5
74		36,1

Versuch 28.

N:o.	Ind.	MZ.
1	21	3,5
4	19	26,8
8	17	27,0
12	15	27,8
16	13	28,1
20	11	27,8
24	9	28,1
28	7	28,0
32	5	29,6
36	3	28,9
40	1	30,0
42	0	31,2
45	1	31,0
49	3	30,0
53	5	30,8
57	7	29,7
61	9	29,9
65	11	30,3
69	13	30,6
73	15	30,4
77	17	31,1
81	19	31,6
85	21	22,6
86	21,5	2,7

B. Oeffnungsinductionsströme.

Versuch 34.

N:o.	Ind.	MZ.
2	19	15,7
6	17	22,8
10	15	22,7
14	13	22,9
18	11	23,5
22	9	24,0
26	7	24,4
30	5	24,6
34	3	24,8
38	1	24,9
40	0	24,7
44	0	25,2
46	1	25,4
50	3	25,8
54	5	25,7
58	7	25,8
62	9	26,0
66	11	26,2
70	13	26,5
74	15	26,7
78	17	26,0
82	19	1,6

Versuch 3. (Vollständige Unterbrechung der primären Strombahn).

N:o.	Ind.	MZ.
1	20	23,3
2	18	25,4
3	16	25,2
4	14	25,2
5	12	24,9
6	10	24,9
7	8	25,1
8	6	25,5
9	4	25,3
10	2	25,3
11	0	25,3
12		25,1
13		25,2
14		25,5
15		25,2
20		25.2
25		25,3
30		25,4
35		25,4
40		25,5
45		25,2
50		25,1
55		25,0
60		25,0
65		25,0
68		25,3

Was bei diesen Versuchen im Vergleich mit denjenigen mit aufsteigendem Strome ausgeführten im ersten Augenblick auffällt, ist, dass der Zuwachs der Zuckungsgrössse sehr allmählich und langsam fortschreitet, sowie dass der Unterschied zwischen den maximalen und den übermaximalen Zuckungen sehr wenig ausgeprägt ist. Ferner lehren die Versuche, dass beim absteigenden Inductionsstrome ganz wie beim aufsteigenden die Zuckungen fortwährend ihre »übermaximale» Höhe behalten, wenn man vom höchsten Werth des Reizes den Versuch mit sinkender Reizgrösse fortsetzt.

Diese Erscheinungen stehen ganz in Uebereinstimmung mit unseren Anschauungen über die Lücke und die übermaximalen Zuckungen beim aufsteigenden Inductionsstrome.

Selbstverständlich müssen absteigende Inductionsströme in den Nerven eine gleich starke Polarisation wie aufsteigende bewirken. Wenn unsere Anschauung, dass die nach der Lücke beim aufsteigenden Inductionsstrome auftretenden Zuckungen in wesentlichem Grade von der Polarisation bedingt sind, richtig ist, so müsste diese Polarisation auch einen Einfluss auf die beim absteigenden Inductionsstrome erhaltenen Zuckungen ausüben. Dies ist ja die Theorie von FICK, nach welcher die übermaximalen Zuckungen überhaupt nur eine Summirung von den durch das Entstehen und durch das Verschwinden des Inductionsstromes bewirkten Erregungen wären[1]). Nun wissen wir, dass beim absteigenden Inductionsstrome die Erregung von dem Pol ausgeht, welcher näher dem Muskel angebracht ist. Bei ihrer Fortpflanzung bis zum Muskel begegnet sie darum keine Hemmung und gelangt mit unveränderter Stärke dahin. Der Inductionsstrom ruft aber im Nerven eine Polarisation hervor, dessen Stärke immer steigt und zuletzt genügend gross wird, um beim Verschwinden des Inductionsstromes eine über*minimale* Erregung auszulösen. Diese Erregung geht vom positiven Pol des Inductionsstromes aus, und hat also einen längeren Weg als die Anfangserregung zurückzulegen. Dazu kommt noch, dass eine Erregung im Allgemeinen langsamer durch den Nerven fortgeleitet wird, je schwächer sie ist. Alle diese Umstände, und vielleicht noch andere, verursachen also, dass die durch die Polarisation hervorgerufene Enderregung merklich später als die unmittelbar vom Inductionsstrome ausgelöste Anfangserregung bis zum Muskel gelangt. Die Anfangserregung ist eine maximale; wenn die von ihr hervorgerufene Muskelzuckung schon begonnen hat, bevor die Enderregung nach dem Muskel angelangt ist, so muss eine Summirung der von beiden hervorgerufenen Zuckungen stattfinden, d. h. eine übermaximale Zuckung erscheinen.

Beim absteigenden Strome können die übermaximalen Zuckungen jedoch keine grössere Unstetigkeit in dem Zuwachs der Zuckungsgrösse verursachen, denn wie die Polarisation sich allmählich herausbildet, muss auch die Summirung der Zuckungen allmählich stattfinden. Die Erscheinung, dass bei sinkender Reizgrösse die Zuckungen fortwährend »übermaximal« sind, und zuweilen gar zunehmen, wird leicht erklärt durch dieselben Bemerkungen wie diejenigen, die wir oben bei der

---

[1]) FICK, Verhandlungen der physikal.-medic. Gesellschaft in Würzburg N. F. II, S. 152; 1871.

Deutung der analogen Erscheinung beim aufsteigenden Strome angewandt haben.

Bei Oeffnungsinductionsströmen mit vollständiger Oeffnung des primären Kreises gelingt der Nachweis der übermaximalen Zuckungen nicht (vgl. Versuch 3, Tab. XIV), vermuthlich weil ihr Verlauf allzu schnell ist um wenigstens bei der von uns angewandten Stromstärke eine genügend starke Polarisation auszubilden.

Endlich wollen wir bemerken, dass wir hier, im Anschluss an einer von dem einen von uns und von GRÜTZNER aufgestellten Theorie, die Enderregung durch einen electrischen Strom als durch die Schliessung des von dem betreffenden Strome hervorgebrachten Polarisationsstromes bedingt aufgefasst haben. Wir brauchen kaum zu sagen, dass die geläufige Ausdrucksweise »Verschwinden des Anelektrotonus» überall, wo wir von der Entstehung eines Polarisationsstromes gesprochen haben, angewandt werden könnte, und dass also dieser Erklärungsversuch, welcher nur eine Ausbildung der FICK'schen Theorie ist, nicht von der betreffenden Anschauung unzertrennlich abhängig ist. Wir müssen jedoch die Aufmerksamkeit darauf lenken, wie das Neue in unserer Arbeit mit grosser Bestimmtheit auf die Bedeutung der Polarisation für das Entstehen der Enderregung hinweist und also eine neue und wie es uns scheint nicht unwichtige Stütze für diese Theorie ist.

IV.

Die Latenzdauer und der Zeitverlauf der Zuckungen.

Bei einem Versuch über die Latenzdauer der Zuckungen bei steigender Reizstärke fand FICK, dass nach der Lücke die zuerst auftretenden, beträchtlich verminderten Zuckungen »ein enorm verlängertes Stadium der latenten Reizung» hatten. Als wieder Zuckungen, die bezüglich ihrer Höhe nicht vermindert waren, erschienen, war ihre Latenzdauer nicht mehr verlängert. FICK wandte Oeffnungsinductionsströme an[1].

---

[1] FICK. Verhandlungen der physikal.-medicin. Gesellschaft in Würzburg N. F. II, S. 148 folg. 1871.

Um diese Erscheinung näher zu untersuchen stellten wir unsere Versuche in solcher Weise an, das wir bei jedem Versuche die Latenzdauer der Muskelzuckung bestimmen konnten. Bei Anwendung von Schliessungsinductionsströmen begegneten wir gleich beim ersten Versuche eine sehr merkwürdige Thatsache. *Auch wenn die Zuckungen nach der Lücke einen maximalen Werth erreichen und noch höher steigen, zeigen sie ohne Ausnahme eine beträchtliche Verlängerung der Latenzdauer.* Die folgende Tabelle bringt dafür den Beweis; in derselben bedeutet *Lat.* die Latenzdauer der Muskelzuckung in Secunden.

Tab. XV.

Versuch 5.

N:o.	Ind.	MZ.	Lat.
1	20	11,3	0,016
2	18	31,6	0,014
3	16	30,6	0,013
4	14	30,6	0,013
5	12	29,4	0,013
6	10	1,9	0,021
7—10	8—2	0	∞
11	0	4,4	0,023
12		11,0	0,022
13		14,4	0,022
14		14,5	0,022
15		13,5	0,021
20		25,6	0,021
25		25,4	0,023
30		30,1	0,021
35		30,0	0,021
40		31,4	0,020
45		32,6	0,020
50		33,2	0,020
55		34,3	0,020
60		34,5	0,020
65		34,5	0,020
70		34,6	0,020
75		35,7.	0,020
80		35,6	0,020
85		36,5	0,020
90		36,2	0,020

Versuch 7.

N:o.	Ind.	MZ.	Lat.
1	22	1,4	0,023
2	20	15,0	0,012
3	18	22,9	0,010
4	16	23,5	0,010
5	14	23,0	0,010
6	12	23,0	0,010
7	10	13,2	0,013
8—11	8—2	0	∞
12	0	13,0	0,022
13		15,6	0,022
14		17,4	0,022
15		19,4	0,020
21		23,3	0,020
26		25,8	0,020
31		26,1	0,020
36		26,2	0,020
41		27,6	0,020
46		28,8	0,020
51		29,2	0,020
56		30,6	0.020
61		30,2	0,020
66		30,8	0,020
71		31,1	0,020

Versuch 8.

N:o.	Ind.	MZ.	Lat.
1	18	26,4	0,015
2	16	25,5	0,014
3	14	26,0	0,014
4	12	24,7	0,014
5	10	13,7	0,020
6	8	13,8	0,025
7	6	13,9	0,027
8	4	14,0	0,027
9	2	14,9	0,024
10	0	15,6	0,024
11		18,8	0,022
15		23,2	0,022
20		27,5	0,022
25		28,4	0,022
30		31,4	0,022
35		32,2	0,022
40		34,1	0,022
45		34,7	0,022
50		34,9	0,022

Versuch 70.

N:o.	Ind.	MZ.	Lat.
1	19	14,0	0.009
2	18	21,4	0,009
3	17	21,5	0,009
5	15	21,8	0,009
7	13	12,4	0,011
8—17	12—3	0	∞
18	2	8,4	0,019
19	1	5,0	0,022
20	0	10,5	0,019
21		14,7	0,018
25		18,7	0,018
30		23,0	0,018
35		23,4	0,018
40		25,6	0,018
43		25,9	0,018

Aus dieser Tabelle ersehen wir, wie die Latenzdauer der Zuckungen *vor* der Lücke beträchtlich kürzer als *nach* der Lücke ist. Wie bekannt ist das Stadium der latenten Reizung gewissermassen abhängig von der Stärke des Reizes, und zwar so, dass es innerhalb gewisser Grenzen kürzer wird, je stärker der Reiz ist. Aber dies kann nicht die Ursache der verlängerten Latenzdauer sein, denn auch wenn die Zuckungen nach der Lücke beträchtlich diejenigen vor der Lücke überragen, ist jedoch die Latenzdauer der ersteren bedeutend grösser. Die Abhängigkeit der Latenzdauer von der Zuckungshöhe tritt auch in diesen Versuchen hervor, ist aber für die jetzt uns beschäftigende Erscheinung von keiner Bedeutung.

Man könnte glauben, dass diese verlängerte Latenzdauer von irgend einer Ermüdung des Muskels bedingt sein möchte; dies ist aber auch nicht der Fall. *Wenn man nähmlich den Nerven mit sinkender Reizstärke reizt, so sieht man wie die Latenzdauer plötzlich ihren geringeren Werth wieder annimmt, wenn man an den niederen Reizgrössen wieder ankommt.* Ferner beobachtet man, *dass die Zuckungen, welche bei sinkender Reizgrösse die Lücke füllen, dieselbe verlängerte Latenzdauer, wie die übermaximalen, besitzen, und dass an der niederen Grenze der Lücke die Latenzdauer der folgenden Zuckungen mit einem Mal verkürzt wird.* Diese Thatsachen, welche aus den in der Tab. XVI enthaltenen Versuchen hervorgehen, beweisen deutlich, dass die betreffende Erscheinung nicht durch Ermüdung des Muskels hervorgebracht ist, und auch nicht ihren Grund in einer Unregelmässigkeit in der Bewegung des Registercylinders haben kann. Sie bringen auch den endgültigen Beweis dafür, dass die übermaximalen Zuckungen nicht von unipolarer Wirkung bedingt sein können.

Tab. XVI.

Versuch 10.

N:o.	Ind.	MZ.	Lat.
1	18	20,5	0,011
2	16	29,9	0,011
3	14	29,4	0,011
4	12	29,0	0,011
5	10	2,1	0,020
6—9	8—2	0	∞
10	0	6,4	0,027
15		24,8	0,020
20		27,0	0,019
25		29,1	0,020
30		30,1	0,020
32		31,5	0,019
33	2	31,9	0,020
34	4	32,4	0,020
35	6	31,5	0,020
36	8	31,8	0,020
37	10	31,7	0,013
38	12	30,2	0,013
39	14	30,2	0,013
40	16	30,0	0,013
41	18	29,1	0,013
42	20	6,7	0,018

Versuch 11.

N:o.	Ind.	MZ.	Lat.
1	18	23,5	0,013
2	16	28,8	0,012
3	14	28,8	0,012
4	12	29,9	0,012
5	10	15,5	0,017
6	8	18,6	0,017
7	6	18,2	0,017
8	4	19,3	0,017
9	2	20,5	0,017
10	0	20,4	0,018
15		26,1	0,018
20		26,3	0,019
25		27,6	0,020
30		29,2	0,019
35		30,5	0,019
40		30,7	0,019
45		30,4	0,019
46		30,4	0,019
47	1	31,0	0,019
48	2	30,7	0,019
49	3	30,5	0,019
50	4	31,1	0,018
52	6	30,3	0,018
54	8	30,3	0,018
56	10	29,5	0,014
58	12	29,3	0,013
60	14	28,9	0,013
62	16	29,5	0,013
64	18	17,1	0,014

Versuch 14.

N:o.	Ind.	MZ.	Lat.
1	18	14,7	0,014
2	16	24,7	0,013
3	14	23,8	0,013
4	12	23,0	0,013
5—9	10—2	0	∞
10—15	0	0	∞
25		16,0	0,023
30		16,4	0,020
35		23,4	0,020
40		24,0	0,021
45		25,5	0,021
46		25,0	0,021
47	2	27,1	0,021
48	4	25,5	0,021
49	6	25,7	0,021
50	8	25,4	0,021
51	10	24,5	0,014
52	12	24,3	0,014
53	14	24,4	0,014
54	16	25,3	0,014
55	18	20,7	0,014

Versuch 15.

N:o.	Ind.	MZ.	Lat.
1	16	20,4	0,012
2	14	21,5	0,012
3	12	21,2	0,012
4	10	16,1	0,013
5—8	8—2	0	∞
9—10	0	0	∞
15		12,3	0,024
20		10,8	0,024
25		14,4	0,024
30		15,2	0,023
35		18,5	0,023
37		18,1	0,022
38	2	17,9	0,022
39	4	18,5	0,022
40	6	17,3	0,022
41	8	15,7	0,022
42	10	19,3	0,013
43	12	22,7	0,013
44	14	22,8	0,013
45	16	22,7	0,013

Diese scharfe Grenze zwischen den Zuckungen *vor* und *nach* der Lücke deutet mit grosser Bestimmtheit darauf, dass diese Zuckungen nicht ganz derselben Art sein können. Wie wir schon oben bemerkt haben, spielt aller Wahrscheinlichkeit nach die durch den Inductionsstrom hervorgerufene Polarisation eine bedeutende Rolle für das Hervortreten der Zuckungen nach der Lücke. Auch die verlängerte Latenzdauer ist eine nicht unwichtige Stütze dieser Anschauung, denn z. B. durch die Versuche WALLERS wissen wir, dass die Latenzdauer der Oeffnungszuckung beim constanten Strome beträchtlich grösser als diejenige der Schliessungszuckung ist[1]. Wenn die Zuckungen nach der Lücke, sowie diejenigen, welche bei sinkender Reizstärke die Lücke füllen, den Oeffnungszuckungen beim constanten Strome wirklich entsprechen, so ist es auch von vornherein anzunehmen, dass sie dieselbe Eigenschaft bezüglich ihrer Latenzdauer haben sollen. Wie wir sehen, begegnen wir immer weiter Thatsachen, welche für unsere Anschauung kräftig sprechen.

FICK hat die von ihm entdeckte Verspätung der ersten nach der Lücke auftretenden, stark verminderten Zuckungen angesehen als hervorgebracht durch das Entstehen des Inductionsstromes, denn nur so wäre die Verzögerung erklärlich, nämlich als bedingt durch die Widerstände in der durchflossenen Nervenstrecke, welche ja beim aufsteigenden Strome von der Erregung passirt werden muss. Diese Erklärung scheint uns doch wenigstens für Schliessungsinductionsströme nicht so befriedigend wie die unsrige, weil sie die Zuckungen, welche bei sinkender Reizgrösse die Lücke füllen und welche auch die sehr verlängerte Latenzdauer haben, nicht in irgend einer einfachen Weise erklären kann. Dazu kommt noch, dass es sehr schwer ist den plötzlichen Uebergang zwischen der kurzen und der langen Latenzdauer nach der Anschauung Ficks zu erklären, und dies um so mehr, als der genannte Uebergang ausserordentlich constant ist und sowohl bei steigender als sinkender Reizstärke sich zeigt. Dagegen scheint unsere Theorie diese Erscheinung ohne Schwierigkeit deuten zu können. Die Zuckungen vor der Lücke werden durch das Entstehen des Inductionsstromes ausgelöst, ihre Latenzdauer ist kurz; die Zuckungen nach der Lücke sowie die Zuckungen, welche bei sinkender Reizstärke die Lücke füllen, werden durch das Verschwinden des Inductionsstromes, d. h. durch die Polarisation hervorgerufen. Wie alle Oeffnungszuckungen haben sie in Vergleich mit den Schliessungszuckungen ein langes Stadium der latenten Reizung. Wenn man bei sinkender Reizstärke an den Punkt ankommt, wo die Hemmung am positiven Pole nicht mehr die Fortpflanzung der Erregung zum Muskel hindert, dann stellt sich die kurze Latenzdauer wieder ein.

---

[1] A. WALLER, Archives de Physiologie, 1882. I, S. 383—385, 1882.

Beim aufsteigenden Oeffnungsinductionsstrome erscheint die betreffende Eigenthümlichkeit der Latenzdauer nicht sehr deutlich. Freilich findet man in solchen Versuchen, wo die Lücke erschienen ist (vgl. oben), dass die Latenzdauer der Zuckungen nach der Lücke ein wenig verlängert ist im Vergleich mit derjenigen der Zuckungen vor der Lücke; diese Verspätung ist aber niemals sehr ausgeprägt; sie beträgt bei unseren Versuchen nur 0,001—0,002 und fällt somit fast innerhalb der Grenzen der Versuchsfehler. Im Allgemeinen sind, wie Fick bemerkt, die ersten, verminderten Zuckungen nach der Lücke beträchtlich verspätet, diese Verspätung verschwindet aber fast vollständig, so bald die Zuckungen höher wachsen. Dieser Umstand sowie die Thatsache, dass beim aufsteigenden Oeffnungsinductionsstrome die Zuckungen nach der Lücke eine sehr bedeutende Höhe erreichen, ist, wie uns scheint, eine Andeutung darauf, dass, wenigstens bei den genannten Strömen, die Zuckungen nach der Lücke nicht ausschliesslich der Polarisation (resp. dem Verschwinden des Stromes) ihrer Entstehung verdanken. Bevor wir aber weiter gehen, müssen wir einige Versuchsergebnisse mittheilen:

Tab. XVII.

Versuch 44.

N:o.	Ind.	MZ.	Lat.
1	32	3,8	0,020
2	31	3,9	0,018
3	30	3,6	0,018
4	29	8,0	0,016
5	28	34,2	0,013
10	23	32,5	0,013
15	18	32,9	0,013
20	13	1,4	0,014
21	12	0	∞
22	11	0,8	0,025
23	10	16,7	0,018
24	9	29,4	0,016
25	8	33,2	0,015
26	7	33,8	0,015
27	6	33,9	0,015
28	5	34,4	0,015
29	4	35,5	0,014
30	3	39,2	0,014
31	2	42,8	0,014
32	1	44,1	0,014
33	0	44,9	0,014
40		41,9	0,014
45	5	39,8	0,014
55	16	37,7	0,014
60	21	36,6	0,013
65	26	36,4	0,013
70	31	34,0	0,013
72	33	13,6	0,017

Versuch 46.

N:o.	Ind.	MZ.	Lat.
2	32	8,5	0,013
4	30	14,3	0,012
5	29	25,0	0,011
10	24	23,3	0,011
15	19	24,5	0,011
18	16	24,5	0,011
19	15	24,1	0,011
20	14	6,9	0,013
21	13	2,1	0,016
22	12	0	∞
23	11	0	∞
24	10	11,2	0,013
25	9	0	∞
26	8	18,7	0,014
27	7	24,3	0,013
28	6	24,9	0,012
29	5	24,9	0,012
30	4	25,3	0,012
31	3	25,3	0,012
32	2	25,4	0,012
33	1	26,0	0,012
34	0	28,1	0,012
35		29,2	0,012
38	1	28,0	0,012
40	3	27,1	0,012
45	8	27,6	0,012
50	13	32,8	0,012
55	18	27,5	0,011
60	23	27,1	0,011
65	28	22,9	0,011

Versuch 53.

N:o.	Ind.	MZ.	Lat.
3	24	16,6	0,012
5	23	26,4	0,012
9	21	26,7	0.012
13	19	26,8	0.011
17	17	26,8	0,011
21	15	26,2	0,011
23	14	13,2	0,013
25	13	0	∞
27	12	4,1	0,016
29	11	6,6	0,016
31	10	22,0	0,014
33	9	27,0	0,013
35	8	27,3	0,013
37	7	28,0	0,013
41	5	29,7	0,013
45	3	27,9	0,013
49	1	28,2	0,013
51	0	28,5	0,012
56	2	29,4	0,012
60	4	30,0	0,012
64	6	29,9	0,011
68	8	29,0	0,011
72	10	29,0	0,011
76	12	28,9	0,011
80	14	29,1	0,011
82	15	28,7	0,011

Fick hat die Vermuthung ausgesprochen, dass, bei fortgesetzter Steigerung des Inductionsstromes, schliesslich ein Stadium erreicht wird, wo die Erregung am negativen Pol wieder stärker als die Hemmung am positiven wird, und also dieselbe durchbricht. Es ist auch ganz annehmbar, dass dies der Fall ist, wenigstens beim schnell verlaufenden Oeffnungsinductionsstrome, wo die Hemmung im Allgemeinen nur verhältnissmässig schwach sich herausbildet, wie schon durch die Schwierigkeit, bei diesen Strömen die Lücke zu demonstriren, erwiesen wird. Die vom negativen Pole ausgehende Erregung durchbricht also die Hemmung am positiven, zu derselben addirt sich dann die durch das Verschwinden des Inductionsstromes entstehende Erregung, und in Folge dieser Summirug entstehen die grossen Zuckungen, welche man nach der Lücke beim aufsteigenden Oeffnungsinductionsstrome erhält[1]). Ob auch beim Schliessungsinductionsstrome die Erregung nach der Lücke die Hemmung durchbrechen kann, darüber können wir uns nicht aussprechen. Von vornherein ist dies nicht unwahrscheinlich, obgleich die Hemmung bei diesen Strömen viel stärker als bei Oeffnungsinductionsströmen ist, wie aus der Leichtigkeit womit man die Lücke bei jenen demonstriren kann, genügend hervorgeht. Es ist auch gar nicht unmöglich, dass bei den von uns angewandten Stromstärken die Erregung nach der Lücke nicht genügend stark gewesen ist, um diese Hemmung zu überwinden.

---

[1]) Diese Betrachtungen gelten nur für Oeffnungsinductionsströme, welche durch plötzliche *Schwächung* des primären Stromes ausgelöst werden.

Etwas anders als wir fasst FICK das Zustandekommen der übermaximalen Zuckungen nach der Lücke beim aufsteigenden Oeffnungsinductionsstrome auf. Wie schon gesagt, sind auch nach seiner Anschauung die übermaximalen Zuckungen von einer Summation bedingt; die erste Nervenerregung, welche den Muskel trifft, wäre aber die durch das *Verschwinden* des Inductionsstromes ausgelöste; erst nachher komme die vom *Entstehen* des Stromes hervorgebrachte zum Muskel an, weil sie durch die Hemmung am positven Pol verspätet worden ist. Im grossen Ganzen ist der Unterschied zwischen FICKS Anschauung und der unsrigen betreffend dieser Frage nicht sehr bedeutend. Wir glauben aber, dass wenn wirklich eine Summation hier vorliegt, es einfacher ist anzunehmen, dass die Enderregung später als die Anfangserregung bis zum Muskel ankommt. Denn erstens sprechen unsere Versuche mit Schliessungsinductionsströmen ganz deutlich dafür, dass die durch das Verschwinden des Inductionsstromes entstehende Zuckung eine relativ lange Latenzdauer hat, und ferner hat ja WALLER den positiven Beweis dafür geliefert, dass die Oeffnungszuckung ein verlängertes Stadium der latenten Reizung hat. Wenn überhaupt eine Summation hier stattfindet, so müssen wir also annehmen, dass der Muskel zuerst von derjenigen Erregung getroffen wird, welche durch das Entstehen des Inductionsstromes ausgelöst wird.

Bei absteigenden Strömen zeigte die Latenzdauer keine erwähnungswerthen Besonderheiten; wir brauchen uns daher damit nicht zu beschäftigen.

Wir haben noch zu untersuchen, wie der Zeitverlauf der Zuckungen bei verschiedener Reizstärke u. s. w. sich gestaltet.

In Folge des Verkürzungsrückstandes ist es uns unmöglich gewesen die Dauer der Muskelzuckungen exact zu messen.

Um diese Frage zu beleuchten müssen wir daher den Leser an den Curven auf der Tafel II hinweisen. Es geht aus denselben hervor, dass bei steigender Reizstärke die Zuckungen allmählich gedehnter werden, sowie, dass sie bei sinkender Reizstärke dieselbe Gestalt beibehalten. Diese Erscheinung macht sich geltend sowohl bei Oeffnungs- als bei Schliessungsinductionsströmen, welche ihre Richtung auch sein möge. Jedoch tritt sie in einigen Fällen nicht sehr deutlich hervor.

Es ist nicht möglich aus dieser verlängerten Zuckungsdauer einen bestimmten Schluss betreffend einer eventuellen Doppelreizung (durch das Entstehen und das Verschwinden des Inductionsstromes) zu ziehen, denn sie kann auch von anderen Ursachen, z. B. irgend einer Art Ermüdung des Muskels bedingt sein. Dass die betreffende Zuckungsdauer ihren Grund in einer doppelten Reizung hat, wird dennoch wahrscheinlich durch den Umstand, dass Oeffnungsinductionsströme bei vollständiger Unterbrechung der primären Strombahn, welche, wie oben angegeben ist, im Allgemeinen keine übermaximalen Zuckungen geben und in aufsteigender Richtung keine Lücke veranlassen, auch bei den grössten Stärken keine verlängerte Zuckungsdauer hervorrufen. Diese Thatsache ist ein neuer Beweis dafür, dass der Zeitverlauf des Inductionsstromes von der grössten Bedeutung für die hier behandelten Erscheinungen ist.

Uebrigens bietet die Zuckungscurve gar keine Unstetigkeit dar. Wir versuchten, ob nicht eine solche zu finden wäre, wenn wir die Spannweite der Electroden ziemlich gross machten. Weil die Erregung beim Entstehen des Inductionsstromes vom negativen und bei dessen Verschwinden vom positiven Pole ausgeht, und sie also ungleich lange Nervenstrecken durchzulaufen hat, hofften wir durch die erwähnte Versuchsanordnung möglicherweise eine Andeutung von einer Unstetigkeit zu finden. Wir erhielten aber bei grosser Spannweite der Electroden nur sehr kleine oder gar keine Zuckungen nach der Lücke, obgleich das Inductorium von 12 Meidinger'schen zu einer Batterie vereinigten Elementen gespeist wurde, offenbar weil der grosse Widerstand den Inductionsstrom allzu viel schwächte. Durch dieses negative Ergebniss wird natürlich die Möglichkeit einer doppelten Reizung des Muskels nicht ausgeschlossen, denn wenn der zweite Reiz den

Muskel trifft während des steilsten Theils seiner Zuckung, so kann eine Doppelreizung stattfinden ohne sich in einer Unstetigkeit der Curve kund zu geben.

Die Thatsachen, welche wir über die »übermaximalen» Zuckungen beim absteigenden Strome kennen, scheinen uns doch deutlich genug für einer doppelten Reizung zu sprechen. Ebenso diejenigen Zuckungen, welche durch einen aufsteigenden Oeffnungsinductionsstrom von längerer Zeitdauer ausgelöst werden. Was dagegen die Zuckungen nach der Lücke bei aufsteigendem Schliessungsinductionsstrome betrifft, so scheint es uns in Bezug auf die oben näher beschriebenen Erscheinungen noch zweifelhaft, ob sie einer einfachen Reizung durch den Polarisationsstrom oder einer doppelten ihren Ursprung verdanken. Dagegen sind wir überzeugt, dass die grossen Zuckungen, welche bei sinkender Reizgrösse unterhalb der niederen Grenze der Lücke erscheinen, von einer doppelten Reizung bedingt sind. Nähere Aufschlüsse über diese Fragen sind nur durch neue Versuche zu erhalten und besonders durch einen eingehenden Vergleich zwischen den, durch Inductionsströme hervorgerufenen Zuckungen und denjenigen, welche durch Schliessung und Oeffnung eines constanten Stromes ausgelöst werden. Leider sind wir verhindert diese Aufgabe in der nächsten Zukunft aufzunehmen.

Erklärung der Tafeln.

Taf. 1. Versuchsanordnungen.

Taf. 2. Photographische Facsimiles einiger Versuche. Die in denselben gezeichneten Ziffern geben die Entfernung zwischen den Inductionsrollen an. Die Curven sind von rechts nach links zu lesen. Die Reihenfolge der Reizungen geht von unten nach oben. Die erste verticale Linie (rechts) in jeder Curve bezeichnet den Augenblick der Reizung. Die übrigen verticalen Linien sind gezogen um den Vergleich des Zeitverlaufs der einzelnen Zuckungen zu erleichtern.

Bild 1.

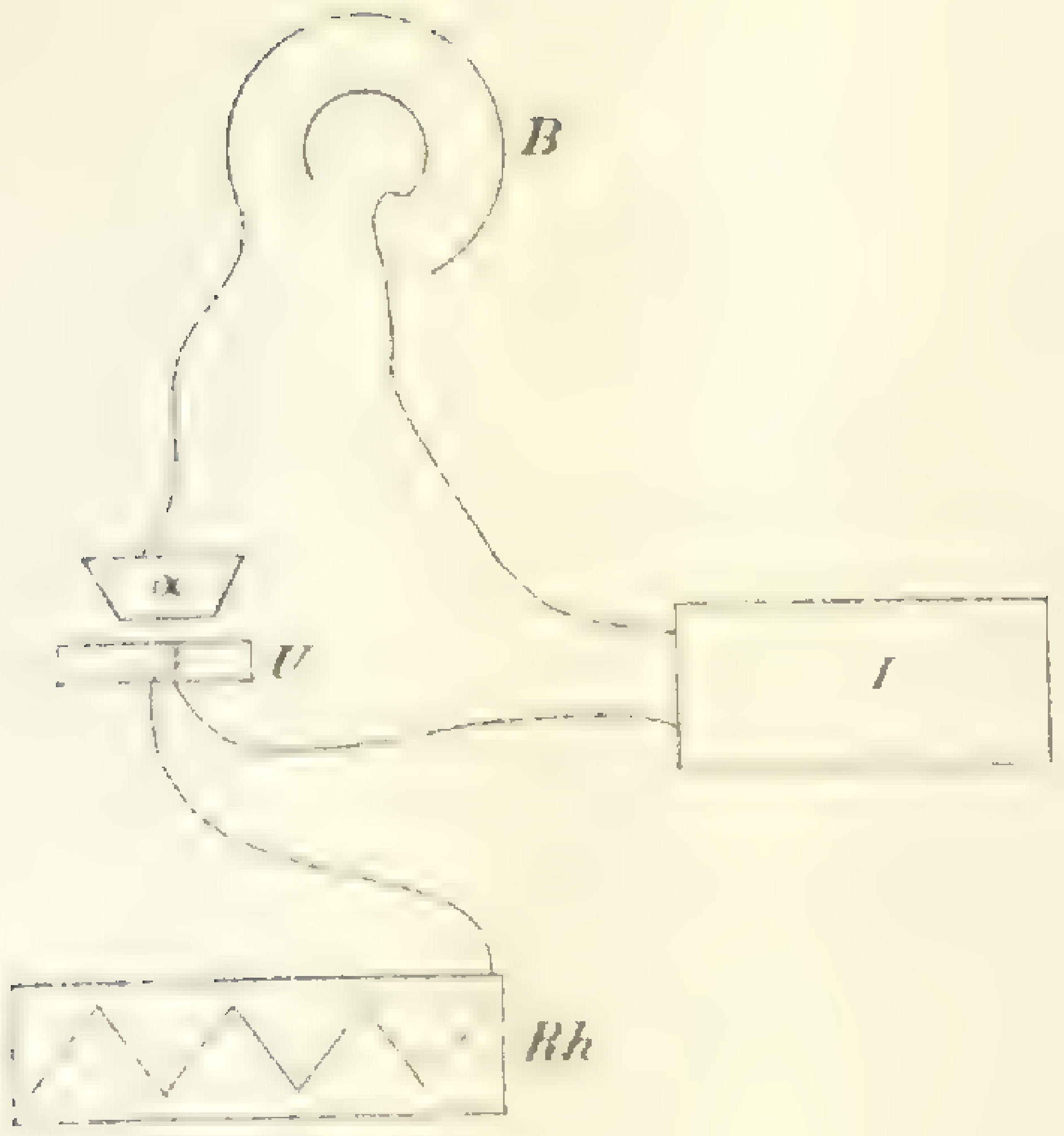
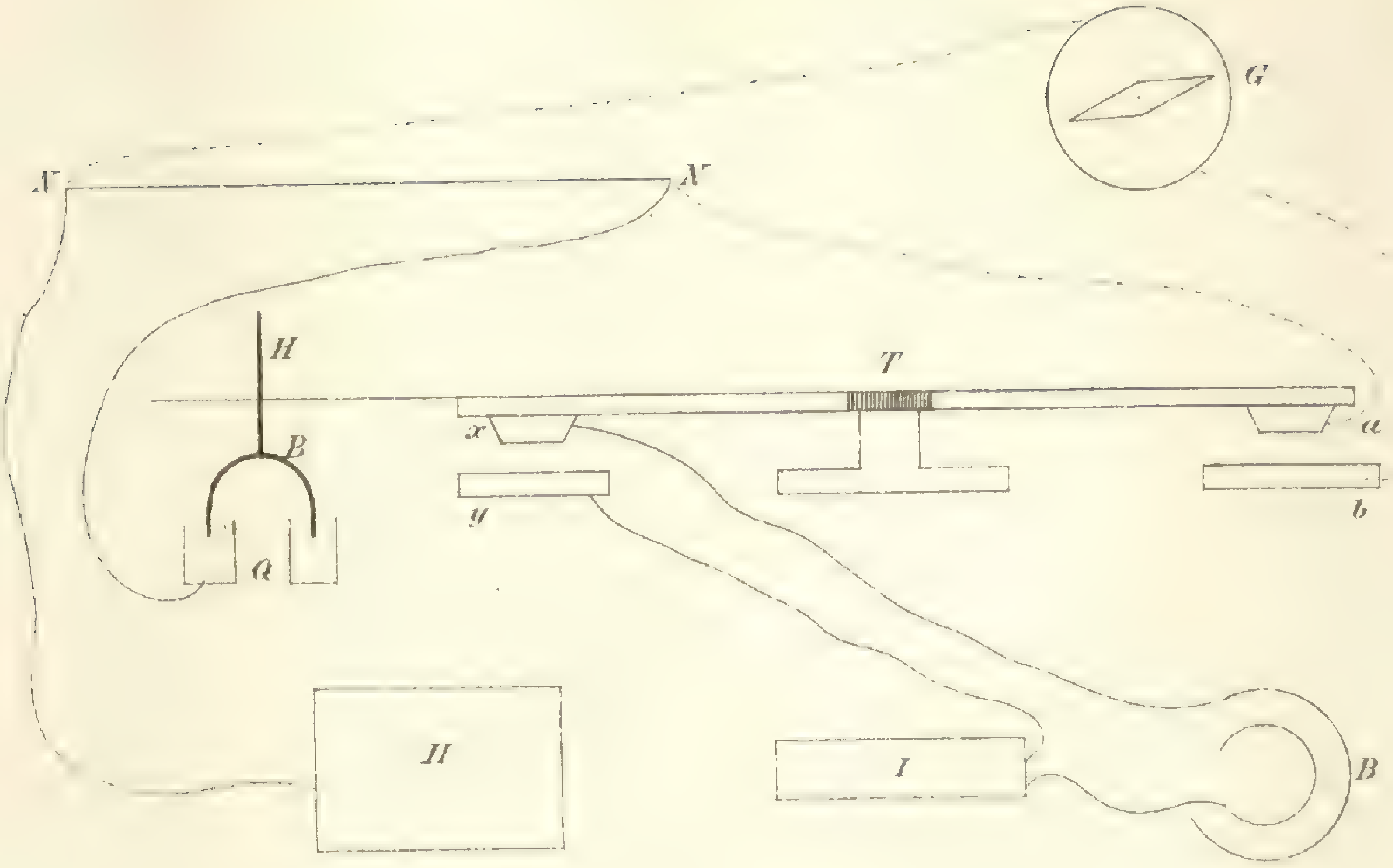
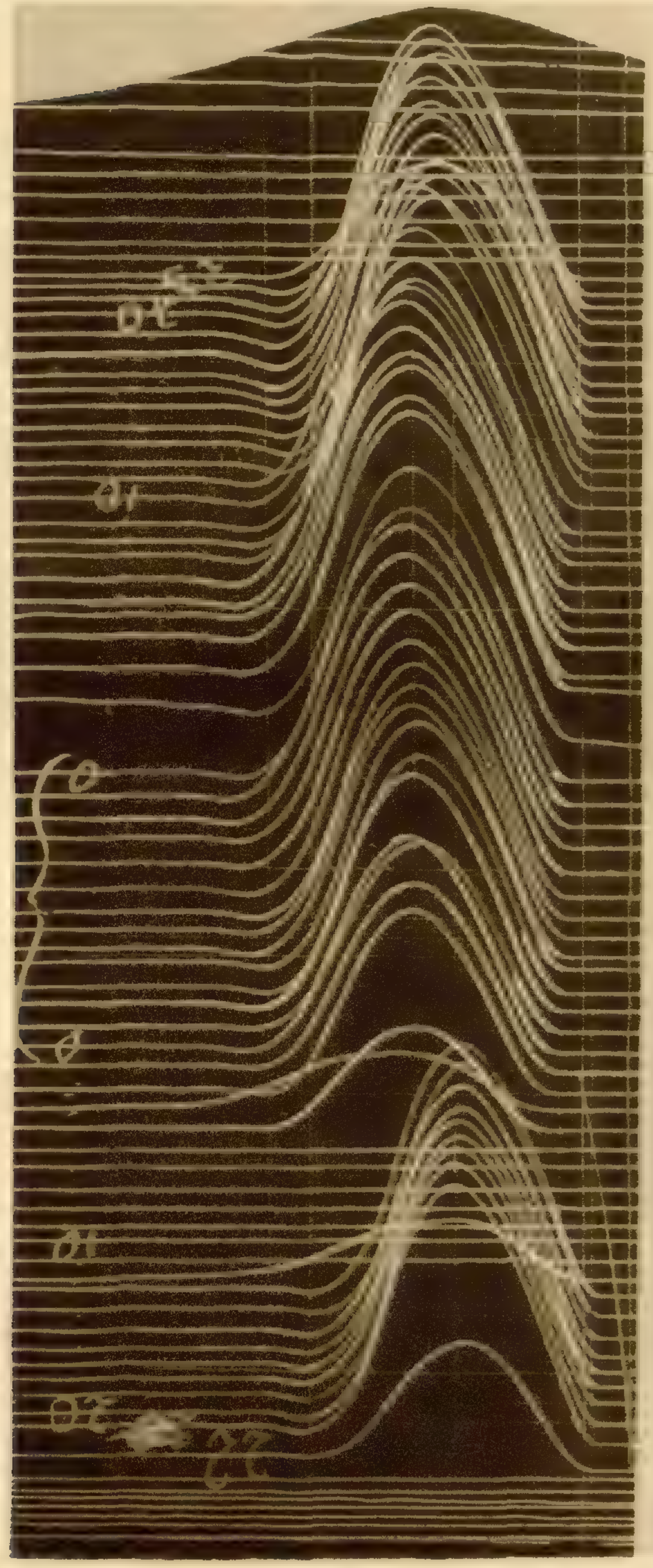


Bild 2.

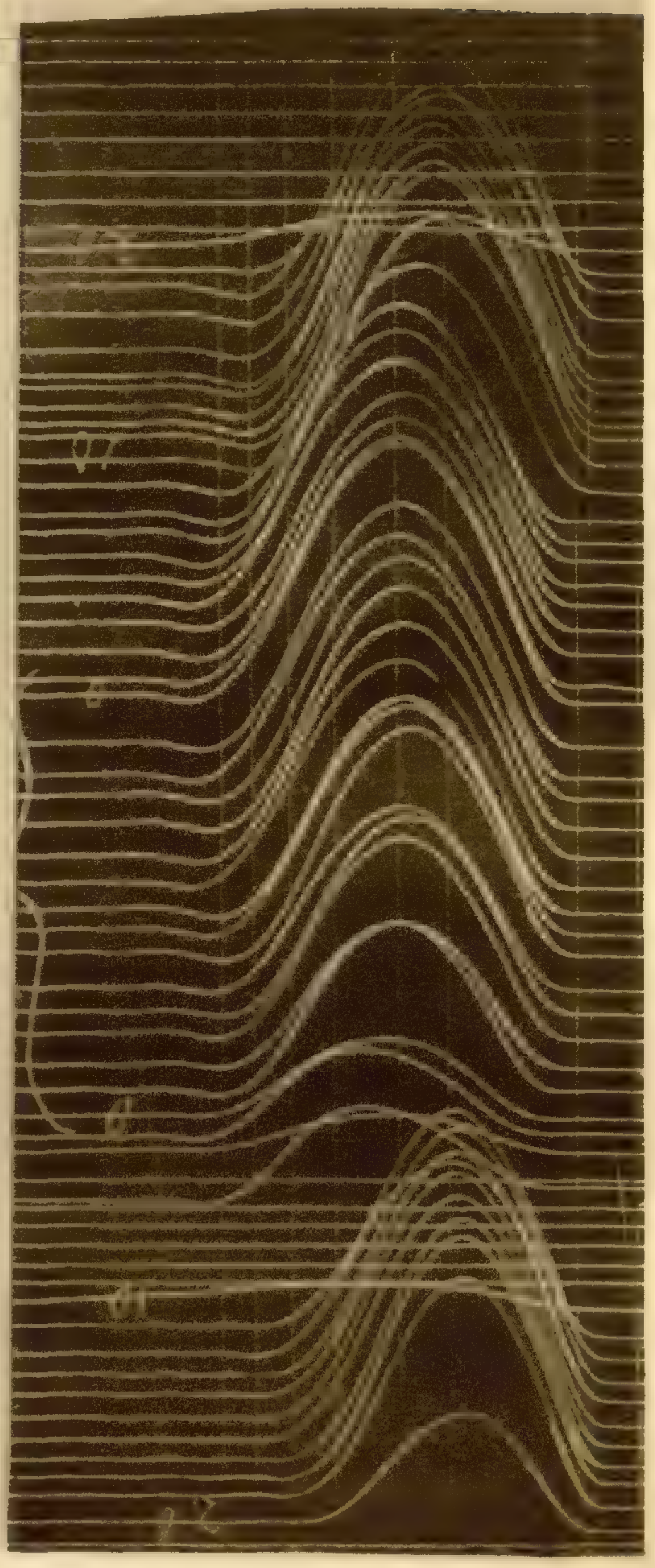

G
N
N
H
T
B
x
a
y
b
a
II
I
B

Lith. W. Schlachter, Stockholm



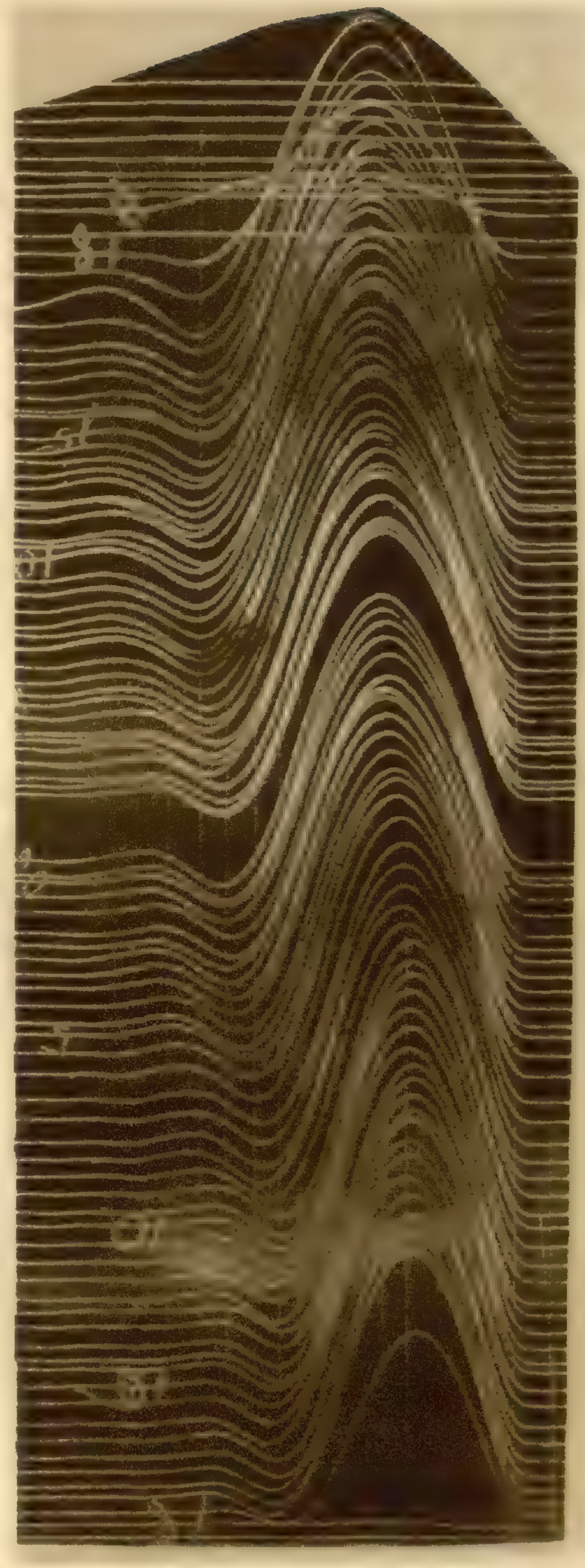
VERSUCH 17;

Aufsteigender Schliessungsinductionsstrom.



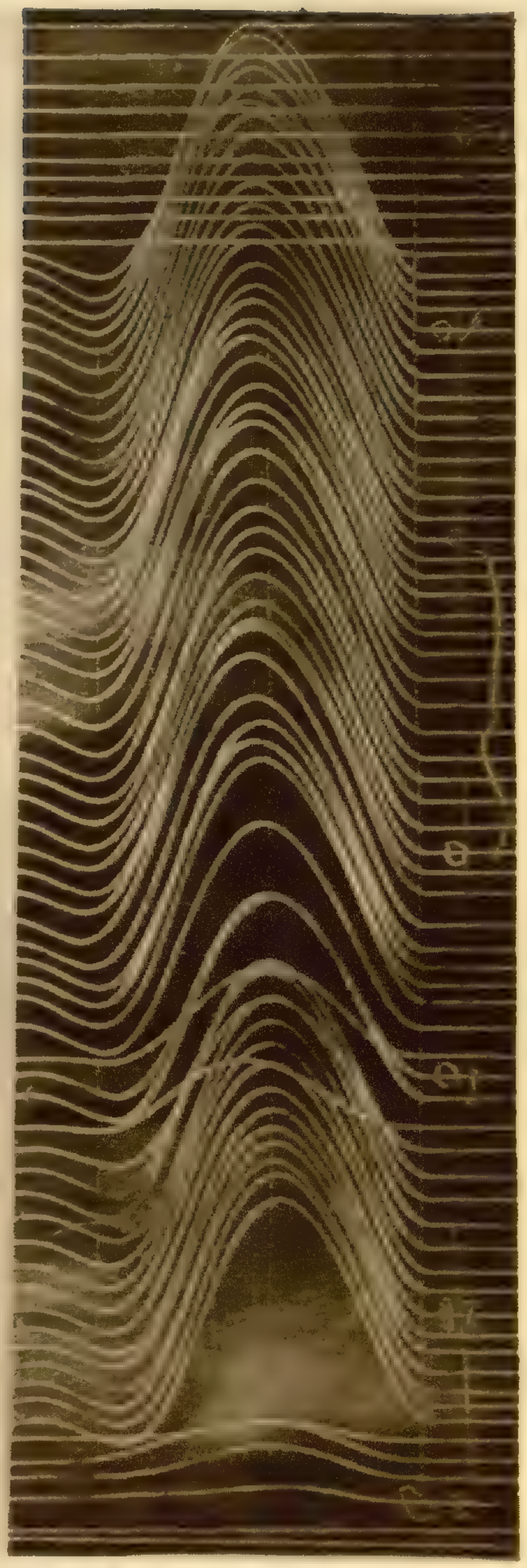
VERSUCH 19;

Aufsteigender Schliessungsinductionsstrom.



VERSUCH 27;

Absteigender Schliessungsinductionsstrom.



VERSUCH 43;

Aufsteigender Öffnungsinductionsstrom durch 20 S. E.

Ljustryck af J. Jaeger, Stockholm

BIHANG TILL K. SVENSKA VET.-AKAD. HANDLINGAR. Band 8. N:o 17.

UEBER
DEN
KLEINSTEN SUBJECTIV MERKBAREN UNTERSCHIED
ZWISCHEN
REACTIONSZEITEN.

NACH VERSUCHEN VON

STUDD. MED. K. BOGREN UND A. WILLHARD

MITGETHEILT

VON

D:r ROBERT TIGERSTEDT.

MITTHEILUNG VOM PHYSIOLOGISCHEN LABORATORIUM DES CAROLINISCHEN
MEDICO-CHIRURGISCHEN INSTITUTS IN STOCKHOLM.

DER KÖNIGL. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN VORGELEGT D. 12 SEPT. 1883.

STOCKHOLM, 1884.
KONGL. BOKTRYCKERIET.
P. A. NORSTEDT & SÖNER.

I.

Unseres Wissens ist Exner der einzige Forscher, welcher die subjective Schätzung von Reactionszeiten näher untersucht hat. Im ersten Theil seiner Untersuchung der einfachsten psychischen Processe theilt er eine Anzahl von hierher gehörigen, interessanten Thatsachen mit[1]. Bei den meisten Versuchen liess er die Versuchsperson ihren Urtheil abgeben, ob die stattgefundene Reaction als gelungen zu betrachten wäre, oder nicht. Er fand, dass man im Stande ist gleich nach der Reaction mit ziemlicher Sicherheit und Genauigkeit die Reactionszeit abzuschätzen und zu beurtheilen, ob die Reaction noch schneller hätte erfolgen können oder nicht. Als Belege führt er an, das Hr. S. v. B., »da er diese Versuche das erste Mal anstellte, mit aller Bestimmtheit erklärt, er habe zu langsam reagirt, als er zwischen Reiz und Zuckung 0,1781 Sek. verstreichen liess, während er kurz vorher mit derselben Bestimmtheit sagt, er habe gut reagirt bei 0,1510 oder 0,1471 Sek. Seine Mittelzahl ist 0,1469. Er hat also 2—3 Hunderttheile von Sekunden mit voller Bestimmtheit geschätzt.« Ferner zieht Exner aus den an ihm selbst ausgeführten Versuchen, bei welchen auf den Gesichtseindruck eines elektrischen Funkens reagirt wurde, die folgende Schlussfolgerung: »die Mittelzahl der Resultate ist 0,1840. Mit Ausnahme eines einzigen Falles hatte ich jedes Resultat, welches grösser als 0,1994 Sek. war, als zu spät geschätzt, während ich, auch mit Ausnahme eines Falles, Resultate, die kleiner waren als 0,1781, als sehr gut gelungene bezeichnete. Ich hatte also ungefähr auf ein Hunderttheil einer Sekunde genau geschätzt.«

---

[1] Exner, Archiv für die ges. Physiologie VII, S. 601—660, 1873; vgl. besonders S. 613, 615, 639.

Betrachten wir die citirten Versuche näher. Der am 17 Februar 1873 an Herrn S. v. B. angestellte Versuch wurde in drei Reihen ausgeführt; die erhaltenen Resultate sind in der folgenden Tabelle verzeichnet.

I.

1	0,1549	die Reaction scheint nahezu zusammenzufallen mit dem Reiz
2	0,1800	gut.
3	0,2885	»
4	0,1762	?
5	0,1646	zu spät.
6	0,1936	vielleicht etwas verspätet.
7	0,1820	» » »

II.

1	0,1781	etwas zu spät.
2	0,1858	nicht gut.
3	0,2200	» »
4	0,1394	gut.
5	0,1568	etwas zu spät.
6	0,1723	ziemlich gut.
7	0,2246	zu spät.
8	0,1500	gut.

III.

1	0,1549	nahezu gut.
2	0,1510	ziemlich gut.
3	0,1433	» »
4	0,1471	gut.
5	0,1394	»
6	0,1510	»
7	0,1316	»
8	0,1781	zu spät.
9	0,1433	gut.

Es ist zu bemerken, dass Herr S. v. B. niemals vorher derartige Versuche ausgeführt hatte. Wenn man, wie **Exner** es gethan hat, die Variationen der einzelnen Bestimmungen mit der Mittelzahl vergleicht, muss man von vorn herein annehmen, dass die Versuchsperson schon vor den Versuchen eine Vorstellung von der normalen Dauer einer Reaction hat, mit welcher sie dann jede einzelne Reactionszeit vergleicht; sonst hätte die angewandte Berechnungsweise ja keinen Sinn. Eine solche Annahme ist aber gar nicht berechtigt, denn wir besitzen keine Beweise für die Richtigkeit derselben. Nach unserem Dafürhalten kommt die subjective Schätzung der Reactionszeiten vielmehr dadurch zu Stande, dass die Versuchsperson die Dauer von jeder folgenden Reaction mit derjenigen der unmittelbar vorhergehenden vergleicht, diese Auffassung ist die einfachste und natürlichste, auch braucht sie keine unbewiesene Annahmen a priori. Wenn wir also von diesem Gesichtspunkte aus die eben angeführten Resultate durchmustern, so finden wir, dass in Reihe I die Versuchsperson keinen Unterschied zwischen den Bestimmungen 2 und 3 gemacht hat, sondern beide als *gut* bezeichnet und doch beträgt dieser Unterschied nicht weniger als 0,1005 Sek.; den Unterschied zwischen den Reactionszeiten 5 und 6 hat die Versuchsperson nicht richtig geschätzt. denn die Reaction 5 wird als »zu spät» bezeichnet, während die Reaction 6, welche 0,029 Sek. länger gedauert hat, nur als »vielleicht etwas verspätet» aufgefasst ist. Die Reihe I bestätigt also gar nicht den Satz EXNERS.

Dasselbe ist der Fall mit der zweiten Reihe. Die Reactionszeit 5 ist 0,0155 Sek. kürzer als die folgende und doch wird dieser als »ziemlich gut», jener als »etwas zu spät» bezeichnet. Dann bedeutet es nicht viel, wenn die Versuchsperson die Zeit 5 als länger wie die Zeit 4 auffasst, denn dieses kann ein reiner Zufall sein.

Schliesslich haben wir in der Reihe III nur drei Bestimmungen, welche für die vorliegende Frage von Interesse sind, nähmlich N:o 7, 8 und 9. Die Unterschiede sind richtig geschätzt und betragen resp. 0,0465 und 0,0348 Sek. Wenn man aus einer so kleinen Reihe Resultate ziehen will und die ganz abweichenden Ergebnisse der Reihen I und II gar nicht beachtet, so kann man dennoch nichts anderes daraus schliessen, als dass die Versuchsperson zwischen je zwei auf einander folgenden Reactionszeiten einen Unterschied von 0,0348 zuweilen bemerkt. Dass eine solche Schlussfolgerung doch gar zu wenig begründet ist, brauchen wir nicht hervorzuheben.

Mit dem Versuche an EXNER selbst werden wir jetzt dieselbe Berechnung anstellen. Der von ihm citirte, aus vier einzelnen Reihen bestehende Versuch folgt hier in extenso.

I.

1	0,1723	gut.
2	0,2033	vielleicht etwas zu spät.
3	0,1936	zu spät.
4	0,2052	» »
5	0,1936	vielleicht zu spät.
6	0.1897	gut. Ich glaube wenigstens, dass ich nicht schneller hätte reagiren können.
7	0,1975	ebenso.
8	0,2168	»
9	0,1975	»

II.

1	0,1684	gut.
2	0,2110	»
3	0,1800	»
4	0,2110	»
5	0,2013	»
6	0,1800	»
7	0,1781	sehr gut.
8	0,1646	» »
9	0,1762	gut.
10	0,1684	sehr gut.

III.

1	0,1781	gut.
2	0,1955	»
3	0,1994	etwas zu spät.
4	0,1704	gut.
5	0,2071	etwas zu spät.
6	0,2013	gut.
7	0,1839	»
8	0,1820	»
9	0,1955	»
10	0,2071	zu spät.
11	0,1975	gut.

IV.

1	0,1781	gut.
2	0,1936	»
3	0,2130	zu spät.
4	0,1858	gut.
5	0,2013	zu spät.
6	0,4104	» »
7	0,1858	gut.
8	0,1897	»
9	0,1878	»

In der Reihe I sind die deutlich bemerkten Unterschiede zwischen je zwei auf einander folgenden Reactionszeiten resp. 0,0310 (N:o 2—1) und 0,0039 (N:o 5—6) Sek.; dagegen hat **Exner** den 0,0193 Sek. betragenden Unterschied zwischen 8 und 7 sowie zwischen 8 und 9 nicht bemerkt. Der kleinste deutlich merkbare Unterschied zwischen den Reactionszeiten ist also nach dieser Reihe 0,0310 Sek. — Aus der Reihe II finden wir, dass Unterschiede von 0,0426 (N:o 2—1) und 0,0310 (N:o 2—3, 4—3) Sek. gar nicht bemerkt werden; die Bemerkungen nach den Reactionen 7 und 8 müssen daher wohl als eine Zufälligkeit betrachtet werden. Die Reihe II lehrt uns also, dass Unterschiede von 0,0426 Sek. nicht richtig geschätzt werden. — Nach derselben Betrachtungsweise finden wir aus der Reihe III, dass der kleinste sicher bestimmte Unterschied 0,0290 (N:o 3—4) Sek. beträgt. — Die Reihe IV giebt für denselben Unterschied eine Zeit von 0,0194 (N:o 2—3) Sek. Aus diesem Versuch, welchen **Exner** selbst als Belege für seine Schlussfolgerung citirt, geht also hervor, dass der kleinste subjectiv sicher bestimmbare Unterschied zwischen Reactionsseiten weit mehr als 0,01 Sek. ausmacht.

Weil dennoch die Versuche **Exners** lehren, dass man mit einiger Sicherheit die Unterschiede zwischen Reactionszeiten subjectiv auffassen kann, und diese Frage von keiner geringen Bedeutung für die psycho-physischen Zeitmessungen ist, wollten wir in einer längeren Versuchsreihe dieselbe näher studiren, um an der Hand neuer Thatsachen eine Anschauung darüber zu erhalten, welche Zeit eigentlich dabei geschätzt wird, denn sonderbarer Weise hat bis jetzt kein Forscher diese Seite der Aufgabe näher berücksichtigt.

Ein Reiz wirkt auf ein bestimmtes Organ, z. B. das Auge, ein; bevor wir diesen Eindruck appercipirt haben, können wir natürlich kein Kenntniss von der Reizung erhalten. Die subjective Zeitschätzung beginnt also nicht mit dem Augenblicke der objectiven Reizung, sondern erst später, mit der stattgefundenen Apperception dieser Reizung. Darnach wird die Willenserregung ausgelöst: der Process verläuft dann wieder ganz unbewusst bis der Muskel sich zusammengezogen hat. Dann wird durch die sensiblen Muskelnerven und die Nerven der Haut einen Eindruck von der ausgeführten Bewegung zum Gehirn geleitet und da appercipirt.

Wir haben also hier nur folgende drei bewusste Acte, nähmlich 1) die Apperception des äusseren Reizes, 2) die bewusste Willenserregung und 3) die Apperception der ausgeführten Muskelbewegung. Der Beginn des subjectiv geschätzten Vorganges ist natürlich die Apperception des äusseren Reizes; vom Schluss können wir von vorn herein nichts sagen. Der Schlusspunkt kann gleichwohl in der Willenserregung liegen als in der Apperception der bei der Reaction stattgefundenen Muskelbewegung. Nur eine richtige Deutung der einschlägigen Versuche kann hier einen sicheren Aufschluss geben.

II.

Bei allen unseren Versuchen geschah die Reaction auf Gesichtseindrücke. Die Methode war aufs Nächste übereinstimmend mit derjenigen, welche Bergqvist und ich bei unserer Untersuchung über die Apperceptionsdaner zusammengesetzter Gesichtsvorstellungen benutzten[1]). In der Bahn eines electrischen Stromes befanden sich 2 Morse'schen Tangenten und 2 Elektromagneten. Jene waren direct in der Leitung gestellt; der Strom war also nur dann geschlossen, wenn die beiden Tangenten herabgedrückt waren. Durch den einen Electromagnet wurde der Schirm in unserem Apparat gehoben; seine Bewegung machte den Gesichtsreiz aus. Der zweite Elektromagnet gehörte einem Signal Deprez', welcher seine Bewegungen auf eine mit dem Regulator Foucaults versehene Registrirtrommel Mareys zeichnete. Auf der Registrirtrommel entsprachen je 2,52 mm. eine Zeit von 0,01 Sek. Um den Reagirenden so weit wie möglich von allen störenden Einflüssen zu schützen, wurden die Versuche solcher Art angestellt, dass derselbe ganz allein in einem anderen Zimmer als der Ablesende sich befand.

Wenn alles in Ordnung war, drückte der Reagirende seinen Tangent herab, nachdem der Ablesende ihm ein »Aufpassen» zugerufen hatte. Dann liess dieser eine kürzere oder längere Zeit (1—5 Sek.) verstreichen, bevor er seinen Tangent niederdrückte. Erst dann wurde der Strom geschlossen und der Schirm im Apparate vom Electromagnet gehoben: die hierbei stattfindende Bewegung machte, wie schon gesagt, den Gesichtsreiz aus, und der Reagirende musste, sobald er diese Bewegung appercipirt hatte, so schnell wie möglich seinen Tangent loslassen. Die Zeit zwischen der Schliessung und der Oeffnung des Stromes wurde von dem electrischen Signal auf die Trommel registrirt.

---

[1]) Tigerstedt und Bergqvist, Zeitschrift für Biologie XIX, S. 5—44, 1883.

Nach geschehener Reaction notirte der Reagirende seine subjective Schätzung der Reactionsdauer. Um den Charakter der subjectiven Auffassung von der Reactionsdauer anzugeben, brauchten die Reagirenden eine Menge verschiedener Bezeichnungen, indem sie durch verschiedene Indices zu den Hauptwerthen *kurz* und *lang* der subjectiven Schätzung eine feinere Abstufung geben wollten.

Nachdem der Reagirende wieder fertig zu einer neuen Observation war — dieses dauerte in Mittel 15 Sek. — wurde eine neue Bestimmung gemacht. In einer jeden einzelnen Sitzung wurden gewöhnlicherweise nur 10 Bestimmungen ausgeführt, um den Reagirenden nicht zu ermüden. Zwischen je 2 von demselben Reagirenden ausgeführten Reihen von 10 Bestimmungen wurde eine Zeit von mindestens 10 Minuten zur Erholung eingeschaltet und an jedem Versuchstage nur 4—5 Reihen gemacht. In allem wurde von jedem Reagirenden ungefähr 1250 einzelne Bestimmungen ausgeführt. Die ersten 200—300 sind jedoch nicht im Folgenden berücksichtigt, weil sie nur als Vorversuche aufzufassen sind. In den folgenden Tabellen haben wir alle von demselben Reagirenden in einem Tage ausgeführten Reihen als eine *Gruppe* bezeichnet.

Bei den 6 ersten hier mitgetheilten Gruppen wurde der Apparat von BERGQVIST und mir ganz unverändert angewandt. Die Reagirenden erfuhren jedoch bald, dass er für ihren Zweck nicht vollständig genügend war, weil der Reagirende bei seiner Schätzung der Reactionsdauer in unangehmer Weise durch das Geräusch des Hebels gestört wurde, als dieser gegen die Theile des Apparats stiess, welche um seine Excursionen innerhalb gehöriger Grenzen zu halten angebracht waren. Besonders lästig war das Geräusch des herabfallenden Hebels, welches bei den Versuchen von BERGQVIST und mir ganz gleichgültig war, hier aber eine grosse Fehlerquelle werden konnte, indem möglicherweise der dadurch hervorgerufene Gehörreiz den Schlusspunkt des untersuchten Intervalls hätte werden können. Durch zweckmässig angebrachte Hemmungen und Kautschukbänder wurde das Geräusch auf ein Minimum gebracht. Die Gruppen VII—XIV gehören hierher. Bei den letzten 5 Gruppen (XV—XIX) hatte der Reagirende, wie BERGQVIST und ich, in seine äusseren Gehörgänge Baumwolle gestopft.

Um den Augenblick der Reizung schärfer zu begrenzen, wurde in den Gruppen VII—XIX ein schwarzer Schirm vor dem beweglichen Schirm unseres Apparats gestellt; in diesem zweiten Schirm war ein schmaler Spalt angebracht, durch welchen der Reagirende den beweglichen Schirm nur ein Augenblick nach begonnener Bewegung beobachten konnte. Dieser Schirm wurde ausserdem mit weissem Papier überzogen, um schärfer gegen die dunkle Umgebung hervorzutreten.

Weil bei der vorliegenden Untersuchung die absoluten Werthe der Reactionszeiten nicht von irgend einer Bedeutung sind, haben wir in den folgenden Tabellen keine Reduction für die Verspätung des Signals angebracht, sondern die Zeitwerthe, wie sie auf der Trommel bestimmt wurden, unmittelbar benutzt. Von demselben Gesichtspunkte aus haben wir ausserdem die Reactionszeiten nur in Hunderttheilen einer Sekunde angegeben; die Tausendtheile sind natürlich ganz bedeutungslos für die Frage von der subjectiven Schätzung der Reactionsdauer. Freilich haben wir die Bestimmung der betreffenden Zeiten bis auf Tausendtheile der Sekunde ausgeführt, aber in den Tabellen nach gewöhnlichen Regeln 5—9 Tausendtheile als 1 Hunderttheil angegeben, 1—4 Tausendtheile dagegen ganz weggelassen.

III.

Bei einer Beurtheilung wie die Schätzung der Reactionszeiten zu Stande kommt, ist es, wie uns scheint, am natürlichsten vorauszusetzen, dass in unserem Bewusstsein die Dauer einer gewissen Reaction mit derjenigen der unmittelbar vorhergehenden verglichen wird. Denn bis jetzt hat man, wie oben bemerkt worden ist, gar keine Gründe dafür, dass ein Reagirender ein angebornes Vermögen hätte die Reactionszeiten absolut, d. h. nicht im Verhältniss zu einander, zu beurtheilen. Es liegt daher am nächsten, bei der Berechnung der Ergebnisse die Dauer und die subjective Schätzung einer jeden Reaction mit denjenigen der unmittelbar vorhergehenden zu vergleichen.

Dieser Auffassung gemäss haben wir die folgenden Tabellen entworfen und zwar in folgender Weise. Zuerst haben wir in jeder Reihe die Unterschiede zwischen je zwei auf einander folgenden Reactionszeiten genommen und *vor* diesem Unterschied + oder — gesetzt, je nachdem die folgende Reactionszeit *objectiv* länger oder kürzer als die vorhergehende gewesen ist. *Nach* diesen Unterschieden haben wir die *subjective* Schätzung von der Dauer derselben Reactionen angegeben, und zwar solcher Art, dass, wenn die Schätzung richtig war, d. h. wenn die Veränderung der Reactionsdauer subjectiv aufgefasst worden ist in derselben Richtung wie die objective Veränderung *dasselbe Zeichen nach wie vor dem betreffenden Unterschied gesetzt ist*; wenn dagegen der betreffende Unterschied unrichtig geschätzt ist, d. h. wenn eine objectiv längere Reactionszeit subjectiv als kürzer bezeichnet worden ist, *dann steht nach diesem Unterschied —, wenn vor demselben + steht;* und vice versa. Wenn schliesslich subjectiv kein Unterschied zwischen je zwei auf einander folgenden Reactionszeiten bemerkt worden ist, so steht nach dem objectiven Unterschiede kein Zeichen.

In den jetzt folgenden Tabellen geben die römischen Ziffern die Nummern der *Gruppen* an; in jeder Gruppe bezeichnen die über den Spalten stehenden arabischen Ziffern die Nummer der Reihe. Die erste verticale Spalte enthält die Nummern der Unterschiede in den betreffenden Reihen. Schliesslich giebt die erste horizontale Zeile die objective Reactionsdauer der ersten Bestimmungen in jeder Reihe in Hunderttheile einer Sekunde an; die übrigen Zeilen enthalten die Unterschiede mit ihren Zeichen, auch in Hunderttheile einer Sekunde; darnach kann man den absoluten Werth einer jeden Bestimmung ohne Schwierigkeit berechnen.

B.

I.

N:o.	1	2	3	4	5
	14	15	15	20	16
1	+ 1 +	0	— 2	— 5 —	+ 1 +
2	— 2 —	— 3	+ 3 +	+ 6 +	— 3 —
3	— 1	+ 2 +	— 1	+ 14 +	+ 1
4	+ 1 +	0	+ 9 —	— 20 —	+ 6 +
5	— 1 +	+ 1 —	— 8 —	+ 5 +	— 6 —
6	+ 2	— 2 +	+ 1	— 5	— 1 —
7	0	+ 7 +	+ 1 +	+ 1	+ 2 +
8	+ 7	— 6 —	— 1	+ 1 —	— 2 —
9	— 9	0	——	+ 5 +	0 —

II.

N:o.	1	2	3	4	5
	15	20	13	15	15
1	+ 20 +	— 8 —	— 1 —	— 2 —	+ 1
2	— 21	+ 2 +	+ 3 +	0	— 1 —
3	— 1	— 2	— 4 —	0 —	0 +
4	+ 5 —	+ 2 —	+ 3 —	+ 1 +	+ 1 —
5	— 3 +	— 2	— 1 +	0 +	+ 1
6	— 3 —	+ 3 +	+ 5 +	+ 1 —	— 1 +
7	0	— 2 —	— 5 —	0	0
8	+ 1	+ 1 +	+ 3 +	— 2 —	— 1 —
9	——	+ 2	— 1 —	+ 1	0 +

III.

N:o.	1	2	3	4	5
	20	18	20	16	14
1	— 7 —	— 2	— 5 —	+ 2	+ 1 +
2	+ 4 +	— 1 +	+ 6 +	+ 2 +	— 1
3	— 3 —	0 —	— 5 —	— 6 —	+ 2 +
4	+ 1 +	+ 5 +	— 1 —	0 +	— 3
5	— 1 —	— 5 —	0	— 1 —	+ 3 —
6	+ 2 +	— 1 +	+ 1 +	0	+ 24 +
7	+ 5 +	+ 4 +	— 1	+ 4 +	— 24 —
8	— 8 —	+ 1 —	+ 3 —	— 2 —	0 +
9	+ 1 —	— 1	——	+ 1 +	— 1 —

IV.

N:o.	1	2	3	4	5
	16	21	15	21	18
1	+ 26 +	0 +	0 —	— 2	— 1
2	— 15	— 4 —	+ 3 —	——	— 2
3	— 9 —	— 1 +	— 1	+ 31 +	+ 2 +
4	— 1 —	— 1 —	— 4	——	— 4 —
5	— 2	+ 1 —	+ 4 +	——	0
6	+ 2	+ 4 +	— 3 —	——	+ 12 +
7	— 3	— 4 —	+ 6 +	— 23 —	— 1
8	+ 1 +	+ 1 +	— 6 —	— 8 +	— 10 —
9	——	— 3 —	——	——	0 +

V.

N:o.	1	2	3	4	5
	22	20	19	17	19
1	+ 7	— 1	+ 2 —	0 +	— 5 —
2	+ 1	0 +	— 4 +	0	+ 5 +
3	— 10 —	+ 2	— 2 +	0 +	0 —
4	— 4	— 6 —	+ 1	0 —	— 2 +
5	+ 10 +	— 2	+ 1 —	— 2 —	+ 4
6	— 4 —	+ 2 +	0 +	— 3	— 2 +
7	— 5 —	— 1 —	— 1 —	——	— 1
8	+ 8 +	+ 3 +	+ 3 +	+ 4 +	+ 1 +
9	——	0 —	0 —	0 —	— 4 —

VI.

N:o.	1	2	3	4	5
	23	20	14	19	17
1	+ 1	— 2 —	+ 5	+ 1	+ 2 +
2	— 1	— 1	— 5 —	— 1	+ 3 +
3	— 6 —	0	+ 3	— 3 —	— 5 —
4	0	— 2	0 +	+ 1	+ 1
5	0	— 1 —	0 —	0 +	— 1
6	+ 1 —	+ 1	0	+ 2 +	— 1
7	— 1	0 +	— 3 +	— 5 —	+ 2
8	0	0 +	+ 1 —	+ 6	— 1
9	0 +	+ 1	— 1	+ 2	0

VII.

N:o.	1	2	3
	50	20	25
1	— 23 —	0	— 5 —
2	— 10 —	— 4 —	— 2 —
3	+ 1	+ 10 +	+ 6 +
4	+ 2	— 4 —	— 5 —
5	— 5	— 5 —	+ 6 +
6	+ 35 +	— 1	— 1
7	— 28 —	+ 4	— 9 —
8	— 4 —	+ 3 +	+ 11 +
9	— 3	— 8 —	— 7 —

VIII.

N:o.	1	2	3	4	5
	18	16	20	17	19
1	0 —	+ 3 +	— 2 —	0	— 1 +
2	+ 1 +	— 2 —	— 1	— 1 —	— 1 —
3	0	— 1	0 —	+ 2 +	— 2
4	— 1 —	+ 8 +	+ 8 +	0	— 1
5	— 1	— 5 —	— 8 —	— 1	+ 36 +
6	0 +	— 1	— 1	+ 2	— 31 —
7	+ 2	0 +	+ 2	— 2	0
8	+ 3 +	+ 1 +	— 2 —	0	— 2
9	— 4 —	— 1 —	+ 1 +	0	+ 12 +

IX.

N:o.	1	2	3	4	5
	19	17	25	17	19
1	0	+ 3 —	— 6 —	— 1	— 4 —
2	— 1	— 1	——	+ 5 +	+ 3 +
3	— 2	+ 4 +	— 1 —	— 1	0
4	+ 1	— 3 +	+ 1	— 2 —	— 3 —
5	0	+ 4 +	0	+ 32 +	+ 1
6	+ 6 +	— 6 —	+ 2 +	— 35 —	+ 34 +
7	— 6 —	+ 1 +	— 2 —	+ 5 +	— 32 —
8	+ 1	— 2 —	0	+ 4 +	— 4 —
9	— 1	+ 2 +	— 1 —	— 10 —	+ 3

X.

N:o.	1	2	3	4	5
	29	21	17	17	18
1	— 14 —	— 4 —	— 3	0	+ 2 +
2	+ 3 +	0	+ 6 +	+ 13 +	— 5
3	— 1	— 2 —	— 5 —	——	— 1 +
4	0 +	+ 2	— 1	— 6 —	+ 2
5	— 4	0	0	— 9 —	— 1
6	+ 3 +	— 1 +	— 1	+ 3	— 1
7	0 —	+ 8 +	+ 5 +	+ 2	+ 8 +
8	+ 5 —	— 5 —	— 3 —	— 4	— 7 —
9	— 5 +	+ 1 +	+ 2 +	+ 25 +	0

XI.

N:o.	1	2	3	4	5
	15	16	19	17	14
1	+ 11 +	0	+ 31 +	0	+ 2
2	— 10 —	— 1	— 32 —	— 2 —	— 2
3	— 2	0	— 1	+ 4 +	+ 2 +
4	+ 1	——	0	— 3 —	+ 2
5	+ 2	+ 2 +	+ 2	— 1 —	+ 1
6	+ 1	— 1	— 3	0	— 5 —
7	— 2 —	— 1 +	— 2 —	0	+ 1
8	— 1 +	0 —	+ 12 +	— 1	+ 1 +
9	0	+ 1 +	— 9 —	0	0 —
10			+ 2 +		

XII.

N:o.	1	2	3	4	5
	14	17	14	21	14
1	+ 1	— 2	+ 4 +	— 4 —	+ 9 +
2	— 1	0	— 3	0	— 2
3	+ 1	+ 1	— 1 —	+ 27 +	— 1
4	0	0	— 2	— 28 —	— 2 —
5	0	+ 2	+ 1	— 3	— 1 +
6	— 1	— 3	+ 19 +	+ 2	— 3 —
7	+ 3	0	— 16 —	+ 1	+ 3
8	4 —	0	— 2 —	+ 1 +	+ 4 +
9	0 +	— 2	0 +	— 1	——

XIII.

N:o.	1	2	3	4	5
	18	19	17	16	18
1	— 1 +	— 2 +	— 1 —	+ 1	+ 1 —
2	+ 11 +	+ 8 +	— 2	— 1 —	— 2
3	— 10 —	— 9 —	+ 3	+ 11 +	0
4	+ 32 +	+ 1	— 1	— 12 —	— 1
5	— 34 —	0 —	+ 1	+ 7 +	— 2
6	+ 3	0	+ 6 +	— 6 —	+ 30 +
7	+ 1	+ 3 +	+ 27 +	0	— 28 —
8	— 2	— 2 —	— 35 —	+ 2 +	0
9	+ 14 +	— 1	0 +	— 3 —	+ 1

XIV.

N;o.	1	2	3	4	5
	18	21	21	19	19
1	0 +	— 3 —	— 5 —	+ 15 +	0
2	0 —	— 1	+ 34 +	— 14 —	1
3	+ 2	+ 1	— 27 —	— 1 —	0 +
4	— 4	0	— 4 —	0 +	— 3 —
5	+ 2	+ 6 +	+ 7	0	+ 1
6	— 2 —	— 5 —	— 5	+ 1 -	+ 3 +
7	+ 1	0 —	— 4 —	+ 1 +	— 1
8	— 1	— 2 —	+ 1	— 4 -	— 1
9	+ 5	+ 2 +	— 1	0	— 1

XV.

N:o.	1	2	3	4
	25	32	17	25
1	— 7 —	— 8 —	+ 7 +	— 3 —
2	+ 8 +	— 1 —	+ 3 +	— 3
3	— 3 —	+ 4 +	+ 4 +	0
4	+ 1	0 —	— 9 —	+ 4
5	+ 1 +	— 5 —	— 2 —	0
6	+ 2 +	+ 1 +	+ 3	— 5 —
7	— 1	——	+ 3	+ 4 +
8	——	——	— 7	— 1 —
9	+ 1	— 4 —	+ 1 —	+ 3 +

XVI.

N:o.	1	2	3	4	5
	26	28	30	25	21
1	0 +	— 8 —	— 10 —	— 1	+ 1 +
2	0 —	+ 5	+ 5	+ 3 +	0
3	+ 1 +	— 2 +	+ 1	— 2	+ 2
4	— 5 —	+ 1	+ 1	+ 1 +	— 2
5	+ 3	— 3 —	— 5	— 1	+ 1
6	— 4 —	— 2	+ 5	+ 2	0
7	+ 2 +	+ 7 +	— 5	— 2	— 4 —
8	— 1	— 1 —	— 1	— 2 —	+ 17 +
9	+ 1	— 4	+ 1	— 2	——

XVII.

N:o.	1	2	3	4	5
	46	24	23	19	21
1	— 24 —	— 1	— 3 —	+ 2 —	0 —
2	— 1	+ 2 +	+ 5 +	0 +	— 1
3	0	— 6 —	— 4 —	+ 5 +	— 1
4	— 1	0	— 2 —	— 7 —	+ 1
5	+ 6 +	+ 4	0	0	— 1
6	— 3	— 3	0	+ 2	+ 2
7	+ 2 +	— 1	0	+ 1	+ 1
8	+ 5 +	+ 2	+ 4 +	— 3	— 1 —
9	— 10 —	+ 1	— 3 —	+ 13 +	0 +

XVIII.

N:o.	1	2	3	4	5
	23	19	22	23	19
1	+ 2	+ 1	— 1	+ 4 +	0 +
2	— 5	— 2 —	— 1 +	— 8 —	+ 2
3	+ 2	+ 2	— 2 —	+ 1	— 3 —
4	— 1 —	0	+ 2	+ 1	+ 9 +
5	— 1 +	— 1	0	+ 4 +	— 7 —
6	+ 12 +	+ 1	+ 28 +	— 6 —	— 1
7	——	+ 1	— 31 —	+ 2	0
8	— 11 —	— 1	+ 4	+ 11 +	+ 5
9	— 1	+ 2	— 2	— 13 —	+ 7 +

XIX.

N:o.	1	2	3	4	5
	18	19	19	20	20
1	+ 1	— 1	+ 6 +	— 1	+ 10 +
2	+ 4 +	— 1	+ 18 +	+ 15 +	— 11 —
3	— 5 —	+ 2	— 25 —	— 15 —	0
4	— 1	— 1	+ 6 +	+ 6 +	+ 14 +
5	0 —	— 1	— 3	— 7 —	— 3
6	+ 14 +	+ 2	— 2 —	+ 19 +	— 10 —
7	— 11 —	0	+ 6 +	— 12 —	+ 1
8	— 1 —	+ 5 +	— 4 —	— 8 —	+ 23 +
9	0	— 5 —	— 2 —	+ 27 +	— 25 —

W.

I.

N:o.	1	2	3	4	5
	20	23	29	21	27
1	+ 2	— 3 —	— 8 —	+ 3	— 8 —
2	— 1	+ 4 +	0 +	— 5 —	+ 7 +
3	+ 6 +	+ 5	0	+ 2	— 4 +
4	— 8 —	— 11 —	+ 2	0	+ 5
5	+ 4 —	+ 2 +	— 1 —	— 4	— 10 —
6	— 3	0 +	— 2	+ 7 +	+ 2
7	0 +	— 3 —	— 2 —	— 1 +	+ 3 —
8	+ 1 —	+ 3 +	+ 3 +	— 3	+ 5 +
9	— 3	+ 9 +	— 3	0 —	— 8

II.

N:o.	1	2	3	4	5
	17	17	20	20	23
1	— 1	0 +	+ 5 +	— 5 —	— 4 —
2	0	— 2	— 3	+ 4	— 1 —
3	+ 2	+ 4 +	— 5 —	— 3	+ 2 —
4	+ 1 +	— 2 —	+ 3	+ 1 +	— 2 —
5	— 2 —	+ 2 +	— 4 —	+ 6	+ 3 +
6	— 2	— 3 —	— 2 —	+ 3 +	— 2 +
7	+ 8 +	+ 1 —	0 +	— 6 —	— 1 —
8	— 4 —	— 2	+ 4	— 2	— 2
9	— 3 —	— 1	+ 4 +	0	0

III.

N:o.	1	2	3	4	5
	21	26	18	19	26
1	— 1 —	— 3 —	+ 2 +	— 3	— 9 —
2	— 4	— 5 —	0	0	+ 2 +
3	+ 1	+ 2 +	0 —	+ 2 +	+ 4
4	— 2	— 1 —	+ 1 +	+ 5 +	— 5
5	+ 5 +	— 1	— 5 —	— 5	+ 3
6	— 4 —	— 2 +	+ 34 +	— 1 —	— 2
7	+ 2 —	+ 13 +	— 29 —	+ 3 +	+ 3
8	— 1 —	— 11 —	— 3 —	— 2 —	— 1
9	— 1 +	+ 8 +	+ 2	+ 4 +	— 2

IV.

N:o.	1	2	3	4	5
	20	23	21	18	18
1	— 3	— 1	— 4 +	+ 1	+ 4 +
2	+ 3	— 2 +	— 1 —	— 2	— 3 —
3	— 2	0 —	+ 2	— 1	— 3
4	+ 1	+ 6 +	+ 7 +	+ 3 +	+ 1
5	— 3	— 8 —	— 8 —	0	0
6	0	+ 1	0 —	+ 3 —	+ 5 +
7	+ 2	0	+ 1	— 4	— 1 —
8	— 1	— 3	— 1	+ 8	— 4 —
9	+ 7 +	+ 4	+ 3	— 7	0

V.

N:o.	1	2	3	4	9
	23	24	21	22	20
1	0 —	— 2 —	— 4 —	— 4 —	+ 1
2	— 6 —	+ 2 +	+ 2 +	+ 2 +	— 2 +
3	+ 3	— 4 —	— 1 —	— 6 —	+ 1 —
4	+ 2	+ 1	— 2	+ 2	+ 1
5	— 2	— 1	0	+ 3	— 1 +
6	— 1	+ 6	+ 2 +	+ 1 +	— 1 —
7	+ 2	— 3	+ 3 +	+ 3 +	+ 8 +
8	0	— 5	0 —	— 4 —	— 8 —
9	+ 12 +	0	— 1 —	— 2 —	— 6 —

VI.

N:o.	1	2	3	4	5
	22	22	20	20	21
1	+ 2	— 2	+ 1	+ 1	0 +
2	— 4 —	+ 1 +	0	0	— 2 —
3	— 1 —	— 2 —	— 1	+ 1	0
4	+ 1 —	0	+ 3	0	0
5	0	— 2 —	— 4	0	+ 2
6	— 2 —	0	— 1	0	— 3
7	0 +	+ 3 +	+ 3	— 1	+ 13 +
8	+ 6 +	0 —	— 3	+ 2	— 12 —
9	— 5 —	+ 1	+ 15 +	+ 2 +	+ 7 +

VII.

N:o.	1	2	3	4
	18	20	20	17
1	+ 2	— 2 +	+ 1 +	+ 4
2	— 4	+ 2 —	— 2 —	+ 8
3	+ 5	0 +	+ 6 +	— 5
4	— 2	0 +	— 6 —	— 3 —
5	+ 2	0 —	+ 6 +	— 6
6	0	+ 7	0 —	— 2 —
7	0	— 12	— 12 —	+ 9 +
8	0	+ 7 —	+ 5 +	— 3 +
9	— 1	0 +	+ 7 +	+ 1 —

VIII.

N:o.	1	2	3	4	5
	20	21	21	17	18
1	— 2 —	0 —	— 4	+ 4	+ 2 +
2	+ 2 —	— 1 +	— 3 —	+ 1 —	— 4 —
3	— 5	+ 1 +	+ 1 —	+ 19 +	— 1 +
4	+ 4 +	+ 4 —	+ 3 +	— 22 —	+ 1
5	0	— 4 —	— 3 —	+ 4	— 3 —
6	+ 10 +	0	+ 4 +	— 3	+ 2 +
7	— 13 —	+ 3 +	— 1	— 2	+ 4 +
8	+ 3 —	— 1	+ 6 +	— 3	+ 3
9	0	+ 7 +	— 5 —	+ 1	— 1 —
10				+ 4 +	

IX.

N:o.	1	2	3	4	5
	18	18	20	36	17
1	+ 5 +	+ 1	— 2 —	— 18 —	+ 4 +
2	+ 2 +	+ 1 —	+ 2 +	+ 4	— 2 —
3	— 5 —	— 6	— 2	+ 1	+ 1 +
4	+ 3 +	+ 3	+ 6 —	— 2 +	+ 9 +
5	0 +	+ 1 —	+ 1 +	— 3	— 8 —
6	+ 2 —	+ 2 +	— 3	0 —	0 —
7	— 6 —	— 1	0 —	+ 3 +	— 5
8	— 1 —	+ 2	0	— 2 —	+ 2 —
9	0 +	+ 3 +	— 7 —	— 2 +	— 3 —

X.

N:o.	1	2	3	4	5
	28	18	17	17	14
1	— 4 —	— 2 —	+ 2	+ 2 +	+ 5
2	— 2	+ 4 +	+ 1 —	— 4 —	— 4 —
3	— 6 —	— 8 —	+ 1 +	0 —	+ 1 +
4	+ 2	+ 6 +	— 2 —	+ 5 +	+ 1 +
5	+ 2 +	+ 1 —	— 7 —	— 3	+ 5 +
6	+ 2 —	— 2 —	+ 5 +	— 2	— 1 —
7	— 1 —	+ 5 +	— 1 —	0	— 4 —
8	0 —	— 4 —	— 1 +	+ 6 +	— 3
9	— 1 +	+ 1 +	+ 4 +	— 2 —	+ 1 —

XI.

N:o.	1	2	3	4	5
	20	18	20	24	23
1	— 4	+ 2	0	— 4 —	— 7 —
2	+ 6 +	— 2 —	— 6 —	— 6 —	— 1 —
3	— 5 —	+ 5 +	+ 6 +	+ 5 +	+ 3 +
4	+ 1	— 4 —	0 +	— 1 —	— 2 —
5	— 4 —	— 1	— 4 —	— 2	+ 5 +
6	+ 10 +	+ 2 +	— 1 +	+ 2	— 7 —
7	— 7 —	— 1	+ 5 +	— 3 —	+ 36 +
8	+ 5 +	— 1 —	— 6 —	+ 11 +	— 35 —
9	— 7 —	+ 5 +	0 +	— 8 —	+ 33 +

XII.

N:o.	1	2	3	4	5
	20	21	22	24	19
1	0	— 2 +	— 4	— 6 —	— 2
2	0	— 3 —	0 —	— 2 —	— 1
3	— 1	+ 6 +	+ 4 +	+ 4 +	0 —
4	+ 2	— 2 —	— 4 —	+ 5 +	+ 5
5	— 4	— 2 —	+ 2 +	— 10 —	— 4 +
6	— 2 —	+ 1 +	0 —	+ 10 +	— 3
7	0	+ 1	— 4 —	— 7 —	+ 2
8	+ 5 +	— 1	0 +	+ 2	+ 2 +
9	— 1	0 —	+ 4 —	+ 2 +	+ 2 —

XIII.

N:o.	1	2	3	4	5
	19	20	18	21	23
1	0 —	+ 1	+ 3	— 2 —	— 3
2	— 1	— 2 +	— 3 —	— 3	— 2 —
3	— 2	+ 2 —	— 1 —	+ 5 +	— 1 —
4	+ 1 —	— 4	+ 1	— 3	— 3 +
5	+ 8 +	— 2 —	0	+ 1	+ 4 +
6	— 7 —	+ 1	+ 4 +	— 4 —	+ 3
7	+ 2 +	+ 5	— 7 —	+ 2	— 3 —
8	0 —	0	+ 5 +	+ 2 +	— 3
9	— 1 —	0 +	0 —	+ 1	+ 4 +

XIV.

N:o.	1	2	3	4	5
	29	19	18	27	27
1	— 8 —	+ 5 +	+ 1	— 3	— 8 —
2	— 3 —	— 3 —	+ 3 +	+ 3 +	0
3	+ 3 +	— 1	— 1 —	— 9 —	— 2
4	0	+ 2 +	— 3 —	+ 1	+ 2 +
5	— 1 —	— 2 —	0	+ 2 +	— 1 —
6	+ 4	+ 3 +	+ 1	— 1	— 3 —
7	— 6 —	— 3 —	— 2	— 1 —	+ 5 +
8	+ 4	+ 1 +	— 2 —	+ 5 +	0 —
9	— 4	— 4	+ 4 +	— 1	— 1

XV.

N:o.	1	2	3	4
	22	25	22	22
1	+ 3	— 2 —	+ 1	+ 4
2	— 5	— 3	+ 1	+ 15 +
3	+ 4	+ 3	— 2	— 19 —
4	— 1	+ 3	+ 6	+ 4 —
5	0 +	— 3 +	— 4	— 3 —
6	— 1 —	+ 5 +	— 2 +	— 2
7	+ 4	— 5 —	+ 3	+ 4 +
8	+ 3 +	0	— 2 —	+ 1 —
9	——	— 1 +	— 1 —	— 2

XVI.

N:o.	1	2	3	4	5
	27	29	27	21	29
1	— 4	— 7 —	— 12	0 —	— 6
2	0	+ 2 —	0 —	+ 4 +	+ 2
3	— 3 —	+ 4	+ 5	+ 2	— 6 —
4	+ 2 +	— 8 —	+ 2	— 8 —	+ 2
5	+ 1	+ 2 +	— 9	+ 4 +	+ 9 +
6	— 1 —	— 1	+ 4	+ 1	— 5
7	+ 1 —	+ 6 +	+ 2	— 1 —	+ 3 —
8	+ 15 +	— 7 —	— 4	+ 1 +	— 5
9	— 15	+ 1	0	— 1	+ 2

XVII.

N:o.	1	2	3	4	5
	25	26	24	23	35
1	— 5 —	— 2 —	— 4	+ 3 —	— 16 —
2	+ 23 +	+ 1 +	+ 1 —	— 6 —	+ 4
3	— 23 —	— 4 —	+ 7	+ 13 +	0 +
4	+ 1	+ 5 +	+ 3 +	— 5	+ 3 —
5	— 1	+ 1	— 7 —	— 6 —	— 4
6	+ 3 +	0	— 3	+ 4 +	+ 5 +
7	— 1 —	+ 2	+ 5	— 4 —	+ 4
8	+ 10 +	— 6 —	+ 2 +	0	— 8 —
9	— 11 —	+ 1 +	— 6 —	— 2	0

XVIII.

N:o.	1	2	3	4	5
	33	25	34	27	26
1	— 3	+ 7 +	— 7 —	— 6 —	+ 1
2	+ 4	— 3 —	+ 1 —	— 4	0
3	— 4 +	— 4 —	— 3 —	+ 11 +	— 3
4	+ 3 —	+ 2 —	— 3 —	— 3 —	— 4 —
5	— 11 —	+ 1 +	— 3 —	+ 3	— 1
6	+ 1	+ 1	+ 9 +	— 1	+ 5 +
7	0	+ 2	— 8 —	+ 3 +	— 4 —
8	0	— 5 —	0	— 9 —	+ 3 +
9	0	+ 1 +	+ 5 +	+ 7	+ 2 +

XIX.

N:o.	1	2	3	4	5
	22	19	24	26	21
1	+ 3 —	——	— 4	— 4	0 —
2	— 5 —	+ 2	+ 4	+ 1	— 2 —
3	+ 4	0	+ 4 +	— 8 —	+ 9 +
4	+ 3 +	+ 2	— 6 —	+ 9 +	— 6 —
5	— 8 —	0	+ 3 +	+ 3	+ 1 +
6	+ 6	— 3	— 3 —	— 8 —	+ 1
7	0	+ 2	+ 28 +	+ 4 +	+ 1
8	+ 1	0	— 31 —	0	— 5 —
9	— 7	——	— 9 —	0	0
10	——	——	——	— 2 +	—

Diese Tabellen sind aber sehr wenig überschaulich; wir haben darum die darin aufgenommenen Ergebnisse in einer anderen Weise zusammengestellt. Alle mit derselben Anordnung des Apparats gemachten Gruppen (vgl. S. 10) haben wir in einer einzigen Tabelle vereinigt. In diesen Tabellen enthält die erste verticale Spalte die Unterschiede zwischen je zwei auf einander folgenden Bestimmungen, die zweite bis vierte geben an wie viel mal diese Unterschiede, nach den in den früheren Tabellen mitgetheilten Ergebnissen, *richtig*, *gar nicht* oder *unrichtig* erkannt worden sind.

B.

Tab. XX (Gruppe I—VI).

Zeitunterschied.	Zahl der richtig bestimmten Unterschiede.	Zahl der gar nicht bemerkten Unterschiede.	Zahl der unrichtig bestimmten Unterschiede.
0 00	—	18	26
0,01	27	35	16
0,02	18	16	6
0,03	13	5	6
0,04	12	3	1
0,05	16	2	1
0,06	10	1	—
0,07	2	2	—
0,08	4	—	1
0,09	1	1	1
0.10 und höher.	12	2	—

Zahl der Bestimmungen 258.

Tab. XXI (Gruppe VII—XIV).

Zeitunterschied.	Zahl der richtig bestimmten Unterschiede.	Zahl der gar nicht bemerkten Unterschiede.	Zahl der unrichtig bestimmten Unterschiede.
0,00	—	40	17
0,01	20	61	8
0,02	26	29	1
0,03	15	12	2
0,04	18	4	—
0,05	13	3	2
0,06	11	—	—
0,07	3	1	—
0,08 und höher.	53	—	—

Zahl der Bestimmungen 339.

Tab. XXII (Gruppe XV—XIX).

Zeitunterschied.	Zahl der richtig bestimmten Unterschiede.	Zahl der gar nicht bemerkten Unterschiede.	Zahl der unrichtig bestimmten Unterschiede.
0,00	—	16	8
0,01	11	42	3
0,02	12	19	2
0,03	9	9	—
0,04	12	4	—
0,05	9	7	—
0,06	7	—	—
0,07	7	1	—
0,08 und höher.	33	—	—

Zahl der Bestimmungen 211.

W.

Tab. XXIII (Gruppe I—VI).

Zeitunterschied.	Zahl der richtig bestimmten Unterschiede.	Zahl der gar nicht bemerkten Unterschiede.	Zahl der unrichtig bestimmten Unterschiede.
0,00	—	25	14
0,01	18	28	6
0,02	23	28	6
0,03	16	24	2
0,04	15	8	3
0,05	11	5	—
0,06	7	2	—
0,07	5	1	—
0,08	9	2	—
0,09	2	—	—
0,10 und höher.	10	—	—

Zahl der Bestimmungen 270.

Tab. XXIV (Gruppe VII—XIV).

Zeitunterschied.	Zahl der richtig bestimmten Unterschiede.	Zahl der gar nicht bemerkten Unterschiede.	Zahl der unrichtig bestimmten Unterschiede.
0,00	—	17	25
0,01	25	29	14
0,02	37	21	12
0,03	24	16	3
0,04	27	14	3
0,05	22	7	—
0,06	16	2	1
0,07	11	1	1
0,08	6	1	—
0,09	3	—	—
0,10 und höher.	13	1	—

Zahl der Bestimmungen 352.

Tab. XXV (Gruppe XV—XIX).

Zeitunterschied.	Zahl der richtig bestimmten Unterschiede.	Zahl der gar nicht bemerkten Unterschiede.	Zahl der unrichtig bestimmten Unterschiede.
0,00	—	18	5
0,01	11	20	5
0,02	8	15	4
0,03	15	11	6
0,04	11	18	2
0,05	10	6	—
0,06	9	3	—
0,07	5	3	—
0,08	7	—	—
0,09	6	1	—
0,10 und höher	13	2	—

Zahl der Bestimmungen 214.

Betrachten wir diese Tabellen näher. Aus der Tabelle XX finden wir, dass *B.* bei einem Unterschied von 0,03 Sek. mehr als die Hälfte aller Bestimmungen richtig beurtheilt hat. Wenn wir von den fehlerhaften Schätzungen bei einem 0,05 Sek. übersteigenden Unterschied absehen (die betreffenden Bestimmungen machen nur 3,1 % der Gesammtzahl aus), so finden wir, dass *B.* bei diesen Versuchen einen Unterschied von mehr als 0,05 Sek. richtig geschätzt hat[1]).

---

[1]) Wie uns scheint, können wir von den wenigen fehlerhaften Schätzungen bei einem 0,05 Sek. übersteigenden Unterschied absehen, weil dieselben, aller Wahrscheinlichkeit nach, von mangelhafter Aufmerksamkeit bedingt sind, wie schon in den Versuchsprotokollen vielfach notirt worden ist.

Die Tabelle XXI lehrt uns, dass *B.* wieder mehr als die Hälfte aller Unterschiede von 0,03 Sek. richtig bestimmt hat. Wird eine einzige, unsichere Bestimmung weggelassen (0,3 % der Gesammtzahl), so finden wir, dass *B.* bei diesen Versuchen, gleich wie in den vorhergehenden, Zeitunterschiede übersteigend 0,05 Sek. richtig aufgefasst hat.

Die Tabelle XXII lehrt uns endlich, dass bei einem Unterschied von 0,03 Sek. die Hälfte der Bestimmungen richtig geschätzt worden ist. Nebenbei finden wir, dass die ganz unrichtigen Schätzungen schon bei 0,02 Sek. Unterschied aufgehört haben, sowie dass, abgesehen von einer einzigen Bestimmung (0,5 % der Gesammtzahl), ein 0,05 Sek. übersteigender Unterschied von *B.* richtig beurtheilt worden ist.

Als Schlussfolgerung aus den Versuchen *B's.* geht also hervor,

> *dass er, von einigen sehr seltenen Ausnahmefällen abgesehen, Unterschiede zwischen Reactionszeiten, welche 0,05 übersteigen, richtig beurtheilt hat.*

Analoge Betrachtungen lehren uns, dass *W.*, nach den in der Tabelle XXIII verzeichneten Bestimmungen, über die Hälfte aller Unterschiede von 0,04 Sek. richtig geschätzt hat; ferner dass die falschen Urtheile nach einem Unterschied von 0,04 Sek. aufgehört haben, sowie dass, abgesehen von den 5 unsicheren Bestimmungen bei einem 0,05 Sek. übersteigenden Unterschied (1,9 % der Gesammtzahl) er einen mehr als 0,05 Sek. betragenden Unterschied richtig beurtheilt hat.

Die Tabelle XXIV zeigt, dass *W.* über die Hälfte aller 0,02 betragenden Unterschiede richtig aufgefasst hat und dass er, abgesehen von 4 fehlerhaften Bestimmungen (1,1 % der Gesammtzahl), Unterschiede, übersteigend 0,06 Sek., richtig geschätzt hat.

Schliesslich finden wir aus der Tabelle XXV, dass bei *W.* die fehlerhaften Schätzungen nach einem Unterschied von 0,04 Sek. ganz aufgehört haben und dass er, abgesehen von 3 unsicheren Bestimmungen (1,4 % der Gesammtzahl) einen Zeitunterschied übersteigend 0,07 Sek. richtig beurtheilt hat.

Die an *W.* ausgeführten Versuchen ergeben also

> *dass er, von einigen seltenen Ausnahmefällen abgesehen, Unterschiede zwischen Reactionszeiten, welche 0,06—07 Sek. übersteigen, richtig beurtheilt hat.*

Diese Ergebnisse weichen sehr von denjenigen von Exner[1] ab. Wie aber schon hervorgehoben ist, bestätigen die von dem genannten Forscher angeführten Versuche nicht seinen Satz, wenn man die Berechnung derselben nach unserer Methode ausführt.[2] Wie die oben abgedruckten Auszüge aus den Tabellen Exners lehren, hat er freilich zuweilen eine ganz feine Schätzung der Reactionszeiten ausgeführt, aber dann kamen inzwischen andere Bestimmungen, welche gar keine solche Genauigkeit des Urtheils anzeigen. Nun haben auch wir dann und wann bei unseren Versuchen eine gleich feine Schätzung gemacht; weil aber diese Genauigkeit nicht als Regel hervortritt, sondern vielmehr, wie oben auseinandergesetzt worden ist, die subjective Zeitschätzung in den meisten Fällen lange nicht so fein ist, so können wir auf diesen Ausnahmefällen nicht allzu viel halten; als Ergebniss unserer langwierigen Arbeiten müssen wir also hervorheben,

> *dass die subjective Schätzung der Reactionszeiten im Allgemeinen nur Unterschiede von mehr als 0,05—06 Sek. richtig beurtheilen kann.*

IV.

Jetzt haben wir zu untersuchen, welches Intervall bei dieser Schätzung wirklich beurtheilt wird. Nach unseren früheren Auseinandersetzungen ist der Ausgangspunkt derselben die stattgefundene Apperception des Gesichtsreizes: darüber kann kein Zweifel walten. Der Schlusspunkt kann entweder die bewusste Willenserregung oder auch die Apperception der bei der Reaction ausgeführten Muskelbewegung sein. Die Selbstbeobachtung hat uns nichts darüber gelehrt, und es ist wohl unmöglich auf diesem Wege die Frage zu beantworten. Die Reagirenden haben nur angegeben, dass es ihnen zuweilen erschienen ist, als ob die Muskelbewegung nicht von Statten gehen wollte, obgleich der Reiz appercipirt worden war, und sie sich bemühten die Reaction auszuführen.[1] Dabei wurde die Reactionszeit immer als lang bezeichnet. — Ferner ereignete es sich zuweilen, dass der Reagirende *B.* völlig überzeugt war, eine gewisse Reaction schneller als die vorhergehende ausgeführt zu haben, obgleich ein unmittelbar nachher angestelltes Studium der objectiven Reactionsdauer lehrte, dass kein Unterschied oder ein entgegengesetzter vorlag. Bald glaubte er zu bemerken, dass er in solchen Fällen die Reaction heftiger als sonst ausgeführt hatte. — Schliesslich trat mehrmals auch folgende Erscheinung hervor. Die Aufmerksamkeit war aufs äusserste gespannt und der Reagirende versuchte die Reaction so schnell als möglich auszuführen — und doch wurde die Reactionszeit länger als sonst. In solchen Fällen hatte der Reagirende den Eindruck, als ob die gesteigerte Aufmerksamkeit zu viel auf das Ausführen der Reaction, und zu wenig auf die Apperception des Reizes gerichtet war.

Aus diesen Selbstbeobachtungen der Reagirenden können, wie es scheint, keine bestimmte Schlüsse bezüglich der vorliegenden Frage gezogen werden, und wir müssen darum von einem anderen Gesichtspunkte aus die Lösung der Aufgabe versuchen.

Nehmen wir an, dass der Schlusspunkt des beurtheilten Intervalls *die Apperception der stattgefundenen Bewegung ist.* Dann setzt sich die betreffende Zeit aus folgenden Termen zusammen:

1) die Apperception des Gesichtsreizes;
2) die bewusste Willenserregung;
3) die Zeit der centrifugalen Leitung bis zu der Zuckung des Muskels;
4) die Zeit der centripetalen Leitung der Bewegungsempfindung bis zur Apperception derselben.

Die Zeit (2)—(1) ist die *Willenszeit*, welche wir mit WZ bezeichnen werden; die Zeit (3) bezeichnen wir mit FZ und die Zeit (4) mit QZ. Dann ist die subjectiv geschätzte Zeit, SZ, in folgender Gleichung ausgedrückt:

$$SZ = WZ + FZ + QZ \text{ --- --- } (1).$$

Die objectiv gemessene Reactionszeit besteht aus folgenden Theilen:

1) die Zeitdauer der centripetalen Leitung des Gesichtsreizes bis zu stattgefundener Apperception desselben (AZ);
2) die Zeit zwischen der Apperception des Gesichtsreizes und der bewussten Willenserregung (WZ);

3) die Zeit der centrifugalen Leitung der Erregung bis zur Zuckung des Muskels (FZ).

Die objective Reactionszeit (RZ) kann also folgendermassen dargestellt werden

$$RZ = AZ + WZ + FZ \text{———} (2)$$

In den Gleichungen (1) und (2) sind bei jeder einzelnen Bestimmung WZ und FZ gleich gross, wie eine einfache Ueberlegung an der Hand giebt. Nehmen wir jetzt an, dass in zwei nach einander folgenden Bestimmungen, *a* und *b*, die objectiv gemessene Realisationszeit *b* 0,06 Sek. länger als *a* ist; dann haben wir, wenn wir mit den Indices *a* und *b* die einer jeden dieser Bestimmungen gehörigen Werthe der einzelnen Zeitabschnitte bezeichnen,

$$\text{für } a \quad \left.\begin{array}{l} RZ_a = AZ_a + WZ_a + FZ_a \\ SZ_a = WZ_a + FZ_a + QZ_a \end{array}\right\} \text{——} (3)$$

$$\text{für } b \quad \left.\begin{array}{l} RZ_b = AZ_b + WZ_b + FZ_b \\ SZ_b = WZ_b + FZ_b + QZ_b \end{array}\right\} \text{——} (4).$$

Also ist

$$RZ_b - RZ_a = [AZ_b - AZ_a] + [WZ_b - WZ_a] + [FZ_b - FZ_a] \text{—} (5)$$

und

$$SZ_b - SZ_a = [WZ_b - WZ_a] + [FZ_b - FZ_a] + [QZ_b - QZ_a] \text{—} (6).$$

In den Gleichungen (5) und (6) sind aber $[WZ_b - WZ_a]$ und $[FZ_b - FZ_a]$ einander gleich und können also in je zwei auf einander folgenden Bestimmungen — und andere haben wir ja nicht betrachtet — durch eine Constante C ersetzt werden, welche Constante natürlich nur dann von Bedeutung ist, wenn man die beiden Gleichungen (5) und (6) mit einander vergleicht. Die Gleichungen werden dann

$$\left.\begin{array}{l} RZ_b - RZ_a = [AZ_b - AZ_a] + C \\ SZ_b - SZ_a = C + [QZ_b - QZ_a] \end{array}\right\} \text{——} (7)$$

Nun wissen wir, dass wenn $[RZ_b - RZ_a]$ mehr als 0,05—0,06 Sek. beträgt, der Unterschied $[SZ_b—SZ_a]$ subjectiv deutlich aufgefasst wird, indem dann SZ_b immer grösser wie SZ_a geschätzt wird. Wenn dieses aber möglich sein soll, muss wiederum der Unterschied $[AZ_b—AZ_a]$ immer in derselben Richtung wie der Unterschied $[QZ_b—QZ_a]$ gehen, denn C ist ja constant und gleich in beiden Gleichungen. Mit anderen Worten, wenn in einem Versuche die Apperception des Gesichtsreizes erschwert ist, dann muss die Apperception der stattgefundenen Muskelbewegung auch erschwert sein; wenn dagegen die Apperception des Gesichtsreizes erleichtert ist, dann muss auch die Apperception der Bewegungsempfindung erleichtert sein. Ein vollständiger Paralellismus muss also zwischen den Quantitäten $[AZ_b—AZ_a]$ und $[QZ_b—QZ_a]$ stattfinden, sonst wäre eine solche genaue Schätzung der Unterschiede wie diejenige, welche wir bei unseren Arbeiten gefunden haben, ganz unmöglich.

Dies kann dennoch nicht gern der Fall sein, denn alles was wir über die zeitlichen Vorgänge im Bewusstsein wissen, lehrt uns, dass die auf ein bestimmtes Sinnesorgan gerichtete Aufmerksamkeit die Apperception von Reizen, welche andere Sinnesorgane treffen, erschwert, und dass also bei erleichterter Apperception des Gesichtsreizes die Apperception der Muskelbewegung erschwert wird. Ausserdem wäre ein solcher Paralellismus, wie er hier nöthig wäre, im höchsten Grade merkwürdig und wunderbar, und die Annahme, von welcher wir hier ausgegangen sind, ist also nicht stichhaltig.

Wir können also die Apperception der Bewegungsempfindung nicht als Schlusspunkt des geschätzten Intervalls auffassen, sondern müssen diesen Punkt in der bewussten Willenserregung suchen.

> *Das von uns bestimmte Intervall liegt somit zwischen Apperception und Willenserregung, und ist also die Willenszeit.*

Wir schätzen also nur die Dauer eines einzelnen Vorganges unter allen denjenigen in der Reactionszeit zusammengefassten Processen. Es ist natürlich, dass diese Schätzung nimmer absolut sicher sein kann, denn die in der Reactionszeit eingehenden unbewussten Processen sind ja an und für sich nicht constant, sondern variiren natürlich mehr oder weniger. Die centripetale Leitung bis zur Perception und besonders die Apperception können kürzere oder längere Zeit brauchen; ebenso können die Leitung der centrifugalen Erregung und die Latenzeit des Muskels von verschiedener Dauer sein. Weil aber der objective Reiz immer von derselben Stärke, und die Aufmerksamkeit so ungestört wie möglich nur darauf gerichtet gewesen ist, so ist es von vornherein wahrscheinlich, dass die Zeit bis zur Apperception nicht in höherem Grade variirt hat; dasselbe können wir auch von der Zeitdauer der centrifugalen Leitung bis zur Muskelbewegung voraussetzen. Unsere Versuche liefern aber dafür einen positiven Beweis, indem sie gezeigt haben, dass man den Unterschied zwischen zwei Reactionszeiten immer richtig schätzt, wenn derselbe 0,05—0,06 Sek. übersteigt. Dies wäre natürlich unmöglich, wenn die genannten unbewussten Zeitabschnitte in höherem Grade variirt hätten.

Jetzt können wir es auch erklären, warum man zuweilen ausserordentlich scharf die Unterschiede schätzen kann; dies geschieht aller Wahrscheinlichkeit nach in solchen Fällen, wo die Zeitdauer der unbewussten Processe sich während längerer Zeit beinahe constant gehalten hat, möglicherweise in Folge eines sehr unveränderten Zustandes der Aufmerksamkeit.

Wir können also aus unseren Versuchen schliessen

> *dass die in der Reactionszeit eingehenden unbewussten Vorgänge nicht mehr als wenige, höchstens 0,04—0,05 Hunderttheile einer Sekunde variiren, denn sonst wäre eine so genaue Schätzung der Willenszeit, wie wir sie gefunden haben, vollkommen unmöglich. Dies gilt natürlich nur, wenn alle Versuchsbedingungen so constant wie möglich gehalten werden.*

Schliesslich müssen wir bemerken, dass unsere Versuche mit Bestimmtheit dafür sprechen, dass die Schätzung der Reactionszeiten im Allgemeinen nicht durch einen Vergleich jeder einzelnen Reaction mit irgend einer inneren Vorstellung von einer normalen Reactionsdauer zu Stande kommt. Denn es hat sich gezeigt, dass das Urtheil, ob eine Reaction an und für sich kurz oder lang ist, innerhalb weiterer Grenzen schwankt, als der kleinste Unterschied, welcher nach unseren Bestimmungen zwischen je zwei auf einander folgenden Reactionen richtig geschätzt werden kann. Dieses Ergebniss geht aus der folgenden Tabelle hervor; in derselben ist die Anzahl sämmtlicher als *kurz* bezeichneten Reactionszeiten aus den ersten sechs Versuchsgruppen verzeichnet. Die römischen Ziffern geben die Nummer der Gruppe an; die erste verticale Spalte enthält die objectiven Reactionszeiten; die folgenden geben an wie viel als kurz bezeichnete Reactionen in jeder Gruppe die betreffende Zeit gebraucht haben.

Tab. XXVI.

	B.						W.					
Zeit Sec.	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI
0,12	2	4	—	—	1							
0,13	1	7	3	3	1						1	
0,14	5	4	3	4	2	1		3			1	
0,15	6	4	5	2	2	2		4	1		—	
0,16	1	1	1	4	3	3		7	5	6	3	
0,17	2	1	—	5	6	15	2	5	4	9	3	2
0,18		1	1	2	—	3	3	6	8	8	4	4
0,19				—	2	1	2	1	5	6	3	5
0,20				—	1		3	3	3	5	7	4
0,21				1	2		4	1	2	1	5	9
0,22							2		1	2	2	4
0,23							1		1	1	1	2
0,24												
0,25												
0,26										1	1	

Dasselbe Resultat geben auch die folgenden Gruppen.

BIHANG TILL K. SVENSKA VET.-AKAD. HANDLINGAR. Band. 8. N:o 18.

BIDRAG TIL SYDAMERIKAS ALGFLORA.

I—III.

VED

N. WILLE.

MED 3 TAVLER.

MEDDELADT DEN 10 OKTOBER 1883.

◆

STOCKHOLM, 1884.
KONGL. BOKTRYCKERIET.
P. A. NORSTEDT & SÖNER.

I.

BRASILIEN.

Det brasilianske Materiale, som stod til min Raadighed, var ikke meget rigt og fra de forskjelligste Steder. Det störste Artsantal fandt jeg i en Collect fra Lagoa Santa i Provindsen Minas Geraës samlet af Professor Warming, af ham overgivet til Dr Nordstedt, som forærede det til Riksmuseums brasilianske Afdeling. Temmeligen mange Arter fandt jeg ogsaa ved at undersöge Riksmuseums Samling af brasilianske Nymphaeaceer samlede ved Caldas i Provindsen Minas Geraës af Dr Regnell og for en Del i St. Paulo af Dr Hj. Mosén. Dernæst havde jeg til Undersögelse en Collect fra St. Paulo, for længere Tid siden sendt Riksmuseum gjennem Dr Regnell, og mindre Samlinger fra Rio d'Ouro, Campos da Bocaina ved Rio de Janeiro og et udmærket Materiale af *Nostocopsis lobatus* Wood fra Petropolis ved Rio de Janeiro samtlige samlede af Dr Glaziou og gjennem Prof. Warming foræret Riksmuseum. Endelig en *Stigonema* samlet af A. Löfgren ved Saõ Vicente ved Santos.

Som bekjendt har Nordstedt beskrevet en righoldig Samling Desmidieer fra Lagoa Santa[1]), samlet af Prof. Warming, og senere undersögt og beskrevet de Alger, som fandtes mellem Riksmuseums Samling af Utricularier fra Caldas [2]), samlede af Dr Regnell. Som det var at vente, har jeg i mit Undersögelsesmateriale fra de samme Steder gjenfundet mange af Nordstedt's derfra beskrevne Arter; jeg har ogsaa optaget disse i min Fortegnelse, da det dog leverer et, om end lidet Bidrag til Kundskaben om Arternes Hypighed.

---

[1]) Nordst. Desm. Brasil.

[2]) Nordst. Alg. Brasil.

Phycochromophyceae Rab.

Fl. Eur. Alg. I, p. 1; Krypt. Fl. Sachs. p. 1 (sub nom. *Phycochromaceae*).

Fam. OSCILLARIEAE (Ag.) Fisch.

Beitr. z. Nostoc, p. 15; *Oscillatorineae* Ag. Syst. Alg. p. XXVI; ex. parte.

I. **Oscillaria** Bory.

Diction. d. sc. nat. T. 36, p. 556.

1. **O. sp.**

Lat. fil. 20 μ.
St. Paulo (Mosén).

II. **Microcoleus** Desmaz.

Cr. de France (sec. Thur.)

1. **M. chtonoplastes** Thur.

Class. d. Nostoc. p. 7.
Lat. fil. 4 μ.
St. Paulo (pr. Regnell).

III. **Lyngbya** (Ag.) Thur.

Class. d. Nostoc. p. 4; Ag. Syst. Alg. p. XXV; char. mut.

1. **L. Notarisii** (Menegh.)

Scytonema Notarisii Menegh. in Kütz. Spec. Alg. p. 307; *Porphyrosiphon Notarisii* Kütz. Tab. Phycol. II, p. 7 Tab. 27, fig. 1.

St. Paulo (pr. Regnell).

Da denne Alge fuldstændig mangler Forgrening og Heterocyster, kan den selvfölgelig ikke henföres til *Scytonema*, som Meneghini (Spec. Alg. p. 307) og Rabenhorst (Fl. Eur. Alg. II, p. 251) har gjort.

Det tætte Filt, som den danner paa Jorden, opstaar uden Forgrening kun ved Udvoksen af Hormogonierne, som dannes paa den Maade, Kützing (Tab. Phycol. II, Tab. 27 fig. I) har afbildet.

Jeg har opfört den under *Lyngbya* med hvilken den overensstemmer deri, at den ikke er fastvokset, mangler Heterocyster, har Formerelse ved Hormogonier, og Skeder, som kun indeholde en enkelt Traad.

Fam. SCYTONEMEAE (KÜTZ.) THUR.

Class. d. Nostoc. p. 9; KÜTZ. Phyc. gener. p. 213; char. emend.

I. **Scytonema** (AG.) THUR.

Class. d. Nostoc. p. 5; AG. Disp. Alg. Suec. p. 38.

1. **S. immersum** WOOD.

Freshw. Alg. p. 59, Tab. VII fig. 2 a, b.
Lat. cytiopl. 12, lat. vag. 20; heteroc. long. 18, lat. 14 μ.
Lagoa Santa (WARMING).

II. **Hapalosiphon** NÄGL.

in KÜTZ. Spec. Alg. p. 894.

1.? **H. fuscescens** (BRÉB.) KÜTZ.

in RAB. Alg. exsic. N:o 1526; *Tolypothrix fuscescens* BRÉB. in KÜTZ. Spec. Alg. p. 315.
Lagoa Santa (WARMING).

III. **Stigonema** AG.

Syst. Alg. p. XXII; THUR. Class. d. Nostoc. p. 9.

1. **S. compactum** (AG.)

Scytonema compactum AG. Syst. Alg. p. 38.
Lagoa Santa (WARMING).

De faa og ufuldstændige Individer, som jeg har seet, viste den störste Overensstemmelse med de af WOOD (Freshw. Alg. Pl. VIII fig. 3) givne Afbildninger af den nordamerikanske *Stigonema compactum*.

β brasiliense n. var. Tab. I, fig. 20—23.
Form. major, vaginis hyalinis.
Saõ Vicente ved Santos $^{18}/_{6}$ 82 (A. LÖFGREN).

Denne smukke Form vokste ifölge LÖFGRENS Angivelse paa en Sten, som ved Höivande bör blive vædet af salt Vand.

Da jeg opblödte det törrede Materiale, blev jeg opmærksom paa, at Cellerne syntes at staa i Forbindelse med hverandre ved Porer[1]. Ved Behandling med Chlorzinkjod og Farvemidler lykkedes det mig at eftervise en Struktur, der, saavidt jeg kan finde, ikke tidligere er beskreven.

Om vi holde os til det enkleste Tilfælde, en *Stigonema*-traad bestaaende af en Cellerække, kunne vi adskille flere Membranlag. Umiddelbart omgivende Celleinholdet kommer en meget tynd Membran, som ved Indtörring lader sig contrahere sammen med Celleindholdet og derved löser sig fra den omgivende Skedes inderste, stærkere lysbrydende Lag (Tab. I fig. 20). Lettest kan man iagttage denne Membran, om det ved Tryk lykkes at faa en Cellerad befriet fra sin Skede (Tab. I fig. 21); man ser da en perlesnorlignende Cellerække, hvis enkelte Led ere skildte fra hverandre ved en enkelt Membran, i hvilken man ikke kan opdage nogen Differentiering. Som allerede nævnt, er *Stigonema*-traaden omgiven af en tyk, gallertagtig Skede, som ogsaa indtrænger i Mellemrummet mellem de til hverandre grændsende Celler, medens de ere unge kun ubetydeligt f. Eks. hos Homogonier, som nylig have begyndt at vokse ud (Tab. I fig. 23), men efterhaanden tiltager det indtrængende Stykke i Tykkelse og fjerner derved Cellerne mere og mere fra hverandre, med Undtagelse af et lidet Stykke, hvor kun det inderste Membranlag adskiller dem. Da dette er saa ulige tyndere end de övrige Dele af Membranen, vil det faa Udseende af to hverandre mödende, korte Porekanaler (Tab. I fig. 20). Ved en overfladisk Betragtning ser det ud, som om Cellerne stode i direkte Forbindelse med hverandre, men at saa ikke er Tilfælde, kan man let overbevise sig om ved at rive over et Stykke af en Traad (Tab. I fig. 22), man finder da, at de yderstliggende Celler skyde frem et vortelignende Fremspring, som dog er lukket ved den omtalte tynde Membran.

Hvor *Stigonema*-cellerne have delt sig i et Plan parallelt med Traadens Længdeakse, finde vi ogsaa overalt lignende Forbindelser mellem Cellerne (Tab. I fig. 20), dog ere de da altid vanskeligere at se, da Cellerne ligge tættere sammen.

Om disse fortyndede Partier ere gjennembrudte, har det paa Grund af deres ringe Störrelse ikke været mig muligt at afgjöre. Det maa nu være saa eller ikke, iallefald staar *Stigonema*-individernes samtlige Celler ved disse Kanaler i en mere direkte Forbindelse med hverandre end overalt ellers.

---

[1] Det fölgende har jeg allerede ladet publicere paa Tysk i »Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft.» B. 1. Berlin 1883, p. 245.

Man kommer uvilkaarligt til at anstille en Sammenligning med Florideerne, hvor man har lignende, men höiere udviklede Porekanaler mellem samtlige Celler [1]). Hvorledes disse dannes og om Cellernes Protoplasma gjennem Pladernes Porer staa i umiddelbar Beröring, er mig hverken efter WRIGHT's eller SCHMITZ' [2]) Fremstilling ganske klart.

At vi her staa overfor analoge Dannelser, maaske med det Maal at frembringe en lettere Diffusion mellem de enkelte Celler, synes mig utvivlsomt.

I visse Tilfælder (naar den enkelte Celle skal optræde som særskildt Individ) afbrydes dog denne Forbindelse, det samme synes ogsaa at finde Sted hos Florideerne ved Dannelsen af deres Tetrasporer. Hos *Stigonema* sker det, naar den omvandles til sit *Gloeocapsa*-stadium, idet den tynde Væg som skiller Porekanalerne fra hverandre ogsaa synes at forslimes.

2. **S. mamillosum** (LYNGB.) AG.

Syst. Alg. p. 42; *Bangia mamillosa* LYNGB. Hydroph. Dan. p. 85, Tab. 25 C.

Rio d'Ouro (GLAZIOU).

IV. **Nostocopsis** WOOD.

Freshw. Alg. p. 44; *Mazaea* BORN. et GRUN. *Mazaea* nouv. gen. p. 3.

1. **N. lobatus** WOOD. Tab. I fig. 1—19.

Freshw. Alg. p. 44, Tab. III fig. 6, WITTR. & NORDST. Alg. exsic. N:o 578; *Mazaea rivularioides* BORN. et GRUN. *Mazaea* nouv. gen. p. 3, Tab. VII fig. 1—5.

Petropolis ved Rio de Janeiro $^3/_5$ 1880 (GLAZIOU).

---

[1]) E. P. WRIGHT. On cell-struct. of *Griffithsia*. Pl. XIII fig. 2—10 og E. P. WRIGHT. On Form. of Siph. Pl. XIV fig. 1—6.

[2]) SCHMITZ. Unters. üb. Befruchtung d. Florideen. Berlin 1883. Separ. p. 6.

Paa det rigelige Spiritusmateriale, som jeg havde til mine Undersögelser, lykkedes det mig at eftervise et Par Stadier, som ikke har været iagttaget paa det Materiale, som BORNET og GRUNOW har undersögt.

Först kan bemærkes, at de af BORNET og GRUNOW benævnte »Heterocyster» ingenlunde altid ere terminale; som man vil se (Tab. I fig. 5, 8, 9), kunne de ogsaa være intercalære og kunne da enten danne den förste Celle af en Gren (Tab. I fig. 4), eller ved en eller to (eller flere) Celler være fjernede fra Hovedstammen (Tab. I fig, 6, 7). Det ser ud, som om de vare dannede ved en secundær Forandring af en af Traadens Celler, iallefald taler Tab. I fig. 9, hvor man ser en ikke fuldt udviklet intercalær »Heterocyst», for en saadan Opfatning. Jeg skulde forresten være tilböielig til at tro, at de ikke ere »Heterocyster», men snarere en Slags »Akineter»[1]), da de ofte ere terminale, rigt fyldte med Indhold og have tyk Membran; indtil man faar undersögt deres videre Skjæbne, faar Spörgmaalet henstaa uafgjort.

De laterale ustilkede »Akineter» eller »Heterocyster» udvikles, som BORNET og GRUNOW ogsaa har beskrevet[2]), ved at en Celle faar en Udvækst, som efter nogen Tids Forlöb afgrændses ved en Væg fra Hovedtraaden (Tab. I fig. 1—3, 5).

Man kan hos *Nostocopsis* skjeldne mellem to Slags Cellerækker. Den ene, som danner Hovedgrenene, bestaar af töndeformige Celler med tydelige Vægge mellem Cellerne (Tab. I fig. 1—9). Allerede umiddelbart efter deres Anlæg kan man kjende dem paa Tværvæggene (Tab I fig. 7) fra den anden Slags Grene (Tab. I fig. 1, 6, 10—12), som bestaar af oscillarialignende Cellerækker indleirede i en temmelig tyk Skede; Tværvæggene kan man hos disse kun se under særligt gunstige Forholde (Tab. I fig. 10). Naar denne Forskjel ikke er fremhævet hos BORNET og GRUNOW, da er Grunden vistnok, at dömme efter deres fortrinlige Afbildninger, at de af dem undersögte Exemplarer ikke havde faaet udviklet disse Grene, der, som vi skulle se, danne Formerelsesceller.

Overalt i Slimet mellem Traadene fandt jeg Mængder af chroococcaceagtige Celler (Tab. I fig. 14—18), og jeg begyndte da at söge efter, om de ikke skulde staa i et genetisk Forhold til *Nostocopsis*. Min Formodning i saa Henseende bekræftedes fuldstændig. Det var let at finde halvt eller helt udtömte Skeder af de oscillariaagtige Grene (Tab. I fig. 11) og man fandt da ofte en eller flere rundagtige Celler liggende inde i Skeden, men lösrevne fra den övrige Cellerække. Jeg fandt ogsaa Skeder, hvor Celletraaden havde oplöst sig i sine enkelte Celler (Tab. I fig. 13). Endelig fik jeg fuld Vished, idet jeg fandt netop den samme chroococcusagtige Alge i fuld Deling liggende i den til Gallert omdannede Skedes ydre Del (Tab. I fig. 10).

---

[1]) WILLE. Gongrosira p. 10.
[2]) BORNET & GRUN. *Mazaea* nouv. gen. p. 2.

Vi have her at gjöre med et lignende Phænomen, som af ZOPF [1]) er eftervist hos adskillige Spalteplanter. BORNET og THURET [2]) have vist, at Formerelsen hos Scytonemeerne Sirosiphoneerne og Callothricheerne foregaar, ved at hele Cellerækker (»Hormogonier») udskydes af sine Skeder og saa vokse ud til nye Individer. Hos *Scytonema fecunda* ZOPF har ZOPF [3]) dog senere iagttaget, at Formeringen kan foregaa ved enkelte Celler. Allerede længe har en Formering ved enkelte Celler været kjendt hos *Chamaesiphon*.

Om vi fölge *Nostocopsis*' friblevne Celler (»Coccer») videre, da finde vi, at de dele sig meget raskt (Tab. I fig. 14, 15); i hvormange Retninger Delingerne foregaar, har jeg ikke med Sikkerhed kunnet udfinde, det synes sandsynligt, at det er i alle tre Rummets Retninger, men der er dog altid den Mulighed, at de Grupper, som tale herfor (Tab. I fig. 14, 15) kunne være fremkomne ved Delinger i en Retning (Tab. I fig. 16), derved at enkelte af Delingsprodukterne ere blevne liggende paa tværs.

Jeg iagttog ogsaa, at Coccerne begyndte at vokse ud til nye Individer, de tiltoge da i Störrelse og delte sig i en Retning (Tab. I fig. 17); i et som det syntes abnormt Tilfælde iagttoges en Grendannelse (Tab. I fig. 18). Jeg saa alle Mellemstadier til en temmelig lang Celletraad (Tab. I fig. 19), som i Hovedsagen svarede til de omtalte Grene med töndeformige Celler, men videre Udviklingsstadier lykkedes det mig ikke at finde.

---

[1]) ZOPF. Morph. d. Spaltpfl.

[2]) BORN. & THUR. Notes algolog. Fasc. 2.

[3]) ZOPF. Morph. d. Spaltpfl. p. 53, Tab. VII fig. 10—12.

Chlorophyllophyceae Rab.

Fl. Eur. Alg. I, p. 2.

Ordo. **Palmellaceae** Nägl.

Gatt. einz. Alg. p. 61.

Fam. TETRASPOREAE (Nägl.) Wittr.

Gotl. Øl. Sötv. Alg. p. 28; Nägl. Gatt. einz. Alg. p. 63; char. mut.

I. **Oocystis** Nägl.

in Rab. Fl. Eur. Alg. III, p. 52.

1. **O. solitaria** Wittr.

Wittr. et Nordst. Alg. exsic. N:o 224; Bot. Not. 1879, p. 24.

Long. cell. 18—24, lat. 8,5—14 μ.

Rio d'Ouro (Glaziou).

Fam. PEDIASTREAE (Nägl.) Wittr.

Gotl. Øl. Sötv. Alg. p. 30; Nägl. Gatt. einz. Alg. p. 63; char. mut.

I. **Scenedesmus** Meyen.

Beob. üb. Algenf. p. 774.

I. **S. bijugatus** (Turp.) Kütz.

Syn. Diat. p. 607; Lagerh. Stockh. Pediastr. p. 60; *Achnanthes bijuga* Turp. Aperç. organ. p. 310, Pl. 13, fig. 5; *Scenedesmus obtusus* Meyen. Beob. üb. Algenf. p. 775, Tab. 43 fig. 30, 31.

Lagoa Santa (Warming).

2. **S. obliquus** Turp.) Kütz.

Syn. Diat. p. 609; Lagerh. Stockh. Pediastr. p. 64; *Achnanthes obliqua* Turp. Aperç. organ. p. 312, Pl. 13 fig. 9; *Scenedesmus acutus* Meyen, Beob. üb. Algenf. p. 775, Tab. 43 fig. 32.

Caldas (Regnell), Lagoa Santa (Warming).

II. **Pediastrum** Meyen.

Beob. üb. Algenf. p. 772.

1. **P. muticum** Kütz.

Spec. Alg. p. 193; Wille, Nov. Semlj. Alg. p. 28, Tab. XII fig. 5.
Lagoa Santa (Warming).

2. **P. vagum** Kütz.

Phyc. germ. p. 143; A. Br. Alg. unicell. p. 82, Tab. VI fig. 27, 28.
Caldas (Regnell).

3. **P. Tetras** (Ehrb.) Ralfs.

On Brit. Desm. p. 469, Tab. XII fig. 4; char. emend.
Micrasterias Tetras Ehrb. Infus. p. 155, Tab. XI fig. 1.
Caldas (Regnell), Lagoa Santa (Warming).

III. **Coelastrum** Nägl.

Gatt. einz. Alg. p. 97.

1. **C. Naegelii** Rab.

Fl. Eur. Alg. III, p. 79; *Coelastrum sphaericum* Nägl och *C. cubicum* Nägl. Gatt. einz. Alg. p. 98, Tab. V c.
Caldas (Regnell).

Fam. CHARACIEAE (Nägl.) Wittr.

Gotl. Øl. Sötv. Alg. p. 32; Nägl. Gatt. einz. Alg. p. 64, char. mut.

I. **Ophiocytium** Nägl.

Gatt. einz. Alg. p. 87.

1. **O. cochleare** (Eichw.) A. Br.

Alg. unicell. p. 54; *Spirodiscus cochlearis* Eichw. Nachtr. z. Infus. p. 301, Tab. VIII fig. 4.
Caldas (Regnell).

Fam. PROTOCOCCEAE (Menegh.) Wittr.

Gotl. Øl. Sötv. Alg. p. 32; *Protococcoideae* Menegh. Cenn. sul. Organ. p. 25; char. mut.

I. **Polyëdrium** Nägl.

Gatt. einz. Alg. p. 83.

1. **P. tetraëdricum** Nägl.

Gatt. einz. Alg. p. 83, Tab. IV B, 3 fig. a-d.
β bifurcata n. var. Tab. I fig. 24 a, b.
Diam. 30—36 μ.
Caldas (Regnell).

2. ? **P. tetragonum** Nägl.

Gatt. einz. Alg. p. 83, Tab. IV B, 2 fig, a—e.
β inermis n. var. Tab. I fig. 25 a, b.
Long. 24; lat. 20; crass. 12 μ.
Caldas (Regnell).

Ordo **Conjugatae** de By.

Unters. üb. Conjug. p. 67.

Fam. DESMIDIEAE (Kütz.) de By.

Unters. üb. Conjug. p. 67; *Desmidiaceae* Kütz. Syn. Diat. p. 591; ex parte.

I. **Micrasterias** Ag.

Neu. Gatt. v. Alg. p. 642; Menegh. Syn. Desm. p. 214.

1. **M. rotata** (Grev.) Ralfs.

On Brit. Desm. p. 259, Tab. VI fig. 1; *Echinella rotata* Grev. in Hook. Brit. Fl. p. 398.
Caldas (Regnell).
Form. *depauperata*. Tab. I fig. 26.
Long. 128; lat. 100; lat. ist. 18; lat. lob. pol. 44 μ.
Rio d'Ouro (Glaziou).

Loberne ere en Gang forlidet delte, maaske fremkommet paa en lignende Maade som Jacobsen (Aperç. Desm. Tab. VIII fig. 1—8) har eftervist hos *Micrasterias denticulata* og *M. truncata*.

2. **M. furcata** Ralfs.

Brit. Desm. p. 73, Tab. IX fig. 2; Nordst. Desm. Brasil. p. 220, Tab. II fig. 13.
Caldas (Regnell).

3. **M. laticeps** NORDST.

Desm. Brasil. p. 220.
Form. *major* NORDST.
Desm. Brasil. p. 220, Tab. II fig. 14.
Caldas (REGNELL).

II. **Euastrum** (EHRB.) RALFS.

On Brit. Desm. p. 187; EHRB. Entw. d. Infus. p. 82; char. mut.

1. **E. spinulosum** DELP.

Spec. Desm. p. 97, Tab. VI fig. 17, 18.
***inermius* NORDST.
Alg. et Char. p. 9, Tab. I fig, 17.
Form. *major*. Tab. I fig. 27.
Long. 72; lat. 56; lat. lob. pol. 26; lat. ist. 16 μ.
Rio d'Ouro (GLAZIOU).
Jeg har kun seet faa og tildels skadede Individer.

2. **E. breviceps** NORDST.

Alg. Brasil. p. 21, Tab. II fig. 8.
Caldas (REGNELL).

3. **E. abruptum** NORDST.

Desm. Brasil. p. 217, Tab. II fig. 3.
β *evolutum* NORDST.
Alg. Brasil. p. 21, Tab. II fig. 7.
Caldas (REGNELL).

4. **E. ansatum** EHRB.

Infus. p. 162, Tab. XII fig. 6; RALFS. Brit. Desm. p. 85, Tab. XIV fig. 2.

Caldas (REGNELL), Lagoa Santa (WARMING).

5. **E. binale** (TURP.) RALFS.

On Brit. Desm. p. 193, Tab. VII fig. 7; *Heterocarpella binalis* TURP.

Caldas (REGNELL).
Var. β RALFS.
Brit. Desm. p. 90, Tab. XIV fig. 8 f.
Lagoa Santa (WARMING).
Form. *Lagoensis* NORDST.

Desm. Brasil. p. 218, Tab. II fig. 4.
Lagoa Santa (WARMING).

III. **Cosmarium** (CORDA) RALFS.

On Brit. Desm. p. 391; CORDA Alm. d. Carlsb. p. 205; char. mut.

1. **C. Botrytis** (BORY) MENEGH.

Syn. Desm. p. 220; *Heterocarpella Botrytis* BORY, Heterocarp. p. 180.
Long. 80; lat. 70; lat. ist. 30 μ.
Caldas (REGNELL).

2. **C. Broomei** THWAIT.

in RALFS Brit. Desm. p. 103, Tab. XVI fig. 6.
β *obliqua* n. var. Tab. I fig. 28.
Form. minor, paullo magis lata quam longa; semicellulæ a vertice visæ oblongo-ellipticæ, obliquæ.
Long. 33; lat. 34; lat. ist. 11; crass. 16 μ.
Caldas (REGNELL), Lagoa Santa (WARMING), Rio d'Ouro (GLAZIOU).

3. **C. Portianum** ARCH.

Descr. of new Cosm. p, 235, Tab. XI fig. 8, 9.
β *brasiliense* n. var. Tab. I fig. 29.
Form. major; semicellulæ elliptico-semicirculares, granulis membranæ sparsis in seriebus longitudinalibus ordinatis.
Long. 49; lat. 37; lat. ist. 18; crass. 20 μ.
Lagoa Santa (WARMING).

4. **C. commissurale** BRÉB.

in MENEGH. Syn. Desm. p. 220.
β *crassum* NORDST.
Desm. Brasil. p. 213, Tab. III fig. 19.
Caldas (REGNELL).

5. **C. conspersum** RALFS.

Brit. Desm. p. 101, Tab. XVI fig. 4.
β *attenuatum* NORDST.
Desm. Brasil. p. 208, Tab. III fig. 20.
Caldas (REGNELL).

6. **C. pulcherrimum** Nordst.

Desm. Brasil. p. 213, Tab. III fig. 24.
Lagoa Santa (Warming).

7. **C. subspeciosum** Nordst.

Desm. arct. p. 22, Tab. VI fig. 13.
Long. 54; lat. 40; lat. ist. 16 μ.
Rio d'Ouro (Glaziou).

8. **C. biauritum** Nordst.

Desm. Brasil. p. 212, Tab. III fig. 30.
Lagoa Santa (Warming).

9. **C. sphalerosticum** Nordst.

Desm. Ital. p. 29, Tab. XII fig. 3.
β brasiliense n. var. Tab. I fig. 30.

C. sinu amplo rectangulo; semicellulæ granulatæ, granulis in medio semicellularum in series (4) verticales ordinatis.

long. 19; lat. 17; lat. ist. 7; crass. 9 μ.
Caldas (Regnell), Lagoa Santa (Warming).

Denne Form staar nær *Cosmarium Wittrockii* Lund., men adskilles ved at Indsnöringen er næsten rectangulær.

10. **C. geminatum** Lund.

Desm. Suec. p. 31, Tab. III fig. 8.
Long. 18; lat. 20; lat. ist. 13; crass. 12 μ.
Lagoa Santa (Warming).

11. **C. quadrifarium** Lund.

Desm. Suec. p. 32, Tab. III fig. 12.
β brasiliense n. var. Tab. I fig. 31.

Semicellulæ in margine verrucis 13 emarginatis et infra marginem seriebus 2 verrucarum similium instructæ et tumore basali (4) granulato ornatæ; a vertice et a latere visæ in medio 5 seriebus verrucarum bifidarum ornatæ.

Long. 38; lat. 30; lat. ist. 12; crass. 20 μ.
Lagoa Santa (Warming).

12. **C. pseudogranatum** Nordst.

Desm. Brasil. p. 211, Tab. III, fig. 27.
Lagoa Santa (Warming).

13. **C. pseudopyramidatum** LUND.

Desm. Suec. p. 41, Tab. II fig. 18.
Form. *minor*. Tab. I fig. 32.
Long. 34; lat. 20; lat. ist. 8; crass. 15 μ.
Caldas (REGNELL).

14. **C. truncatum** NORDST.

Desm. Brasil. p. 210, Tab. III fig. 23.
Caldas (REGNELL).

15. **C. obsoletum** (HANTZSCH) REINSCH.

Algenfl. p. 110, Tab. IX fig. 5; *Arthrodesmus obsoletus* HANTZSCH in RAB. Alg. exsic. N:o 1407.
Long. 42; lat. 52; lat. ist. 20; crass. 24 μ. Tab. I fig. 33.
Caldas (REGNELL), Lagoa Santa (WARMING).

16. **C. mamilliferum** NORDST.

Desm. Brasil. p. 212, Tab. III fig. 22.
Caldas (REGNELL), St. Paulo (MOSÉN).

17. **C. biremum** NORDST.

Desm. Brasil. p. 212, Tab. III, fig. 33.
Long. 15; lat. 15; lat. ist. 4; crass. 7 μ.
Lagoa Santa (WARMING).

18. **C. trilobulatum** REINSCH.

Algenfl. p. 116, Tab. IX fig. 6.
Long. 24; lat. 19; lat. ist. 6; lat. ap. 10 μ.
Lagoa Santa (WARMING).

19. **C. angustatum** (WITTR.) NORDST.

Desm. arct. p. 20; *Euastrum binale γ angustatum* WITTR. Gotl. Öl. Sötv. Alg. p. 50, Tab. IV, fig. 8.
Long. 20; lat. 14; lat. ist. 5 μ.
Caldas (REGNELL).

20. **C. Regnellii** n. sp. Tab. I fig. 34.

C. parvum, tam longum quam latum; semicellulæ a lateræ visæ trapezoideo-hexagonæ, apice truncato, lateribus leviter retusis, incisura mediana profunda lineari; a latere visæ ovato-rotundatæ. Crassitudo cellulæ dimidia diametri longitudinalis corporis, latitudo isthmi fere tertia pars diametri longitudinalis corporis. Membrana lævis.

Long. 22; lat. 22; crass. 11; lat. ist. 7 μ.
Caldas (REGNELL).

Denne Art staar nær enkelte Former af *Cosmarium Meneghinii* BRÉB.

21. **C. Meneghinii** BRÉB.

in RALFS Brit. Desm. p. 96, Tab. XV fig. 6.
Rio d'Ouro (GLAZIOU).

22. **C. Glaziovii** n. sp. Tab. I fig. 35.

C. parvum, dimidia parte longius quam latius, incisura acutangula mox valde dilatata; semicellulæ fere elliptico-semicirculares, a latere et a vertice visæ ellipticæ, in centro depressione præditæ, margine basali depressionis verruca parva instructa. Crassitudo corporis dimidia pars, latitudo isthmi tertia pars diametri transversalis corporis. Membrana lævis.

Long. 26; lat. 17; lat. ist. 6; crass. 9 μ.
Lagoa Santa (WARMING).

Denne Art staar maaske nærmest *Cosmarium moniliforme* (TURP.) RALFS, men adskiller sig fra denne og andre Cosmarier ved Fordybningen paa Midten af Halvcellerne og den vorteformige Forhöining, som befinder sig paa den mod Isthmus vendende Rand af Fordybningen, som derved faar et Udseende lignende et Øie.

23. **C. moniliforme** (TURP.) RALFS.

Brit. Desm. p. 107, Tab. XVII fig. 6; *Tessarthronia moniliformis* TURP. Dict. Sc. nat. Tab. VI fig. 1.
Lagoa Santa (WARMING).

24. **C. globosum** BULNH.

Hedwigia II, p. 52, Tab. IV fig. 8.
Form. *major* WILLE.
Nov. Semlj. Alg. p. 45, Tab. XIII fig. 41.
Long. 27—28; lat. 16—17; lat. ist. 13—14 μ. Tab. I fig. 36.
Caldas (REGNELL), Lagoa Santa (WARMING).

25. **C. pseudoconnatum** NORDST.

Desm. Brasil. p. 214, Tab. III fig. 17.
Long. 48; lat. 37; lat. ist. 35 μ.

Caldas (REGNELL), Lagoa Santa (WARMING).
Form. *major*.
Long. 76; lat. 50 μ.
Rio d'Ouro (GLAZIOU).

26. **C. excavatum** NORDST.
Desm. Brasil. p. 214, Tab. III fig. 17.
Lagoa Santa (WARMING).

27. **C. pseudamoenum** n. sp. Tab. I fig. 37.

C. mediocre circiter 2-plo longius quam latius, fere cylindricum, utroque polo late rotundatum, medio paullum constrictum, incisura mox ampliata. Semicellulæ a vertice elliptico-rotundatæ. Membrana longitudinaliter crenato-verrucosa.
Long. 51; lat. 26; lat. ist. 20; crass. 21 μ.
Caldas (REGNELL).

Denne Form staar midt mellem *Cosmarium amoenum* BRÉB. og *Cosmarium cylindricum* RALFS.

IV. **Arthrodesmus** (EHRB.) ARCH.

in PRITCH. Infus. p. 736; EHRB. Infus. p. 149; char. mut.

1. **A. subulatus** KÜTZ.
Spec. Alg. p. 176.
Form. *major* Nordst.
Desm. Brasil. p. 232, Tab. IV fig. 59.
Caldas (REGNELL), Lagoa Santa (WARMING).

V. **Xanthidium** (EHRB.) RALFS.

Brit. Desm. p. 111; EHRB. Beitr. z. Erk. gr. Organ. p. 317; char. mut.

1. **X. antilopaeum** (BRÉB.) KÜTZ.

Spec. Alg. p. 177; *Cosmarium antilopaeum* BRÉB. in MENEGH. Syn. Desm. p. 218.
Form. *minor* NORDST.
Alg. Brasil. p. 27, fig. VI.
Caldas (REGNELL).

2. **X. cristatum** BRÉB.
in RALFS Brit. Desm. p. 115, Tab. XIX fig. 3 a, b. c.
β uncinatum BRÉB.

in Ralts Brit. Desm. p. 115, Tab. XIX fig. 3 d, e, f.
Long. s. spin. 60; lat. 40 μ.
Caldas (REGNELL).

VI. **Staurastrum** (MEYEN) RALFS.

On Brit. Desm. p. 149; MEYEN, Beob. üb. Algenf. p 777; char. mut.

1. **S. cosmarioides** NORDST.
Desm. Brasil. p. 223, Tab. IV fig. 43.
Lagoa Santa (WARMING).

2. **S. muticum** Bréb.
in RALFS Brit. Desm. p. 125, Tab. XXI fig. 4; *Binatella mutica* BRÉB. Alg. Fal. p. 57, Tab. VIII.
Lagoa Santa (WARMING).

3. **S. hirsutum** (EHRB.) BRÉB.
in RALFS Brit. Desm. p. 127, Tab. XXII fig. 3; *Xanthidium hirsutum* Ehrb. Beitr. z. Erk. gr. Organ. p. 318.
Rio d'Ouro (GLAZIOU).

4. **S. teliferum** RALFS.
Brit. Desm. p. 128, Tab. XXII fig. 4.
Lagoa Santa (WARMING),
Form. *Lagoensis*. Tab. I fig. 38.
Form. semicellulis a latere visis magis rotundatis.
Long. 40; lat. 28; lat. ist. 11 μ.
Lagoa Santa (WARMING).

5. **S. punctulatum** BRÉB.
in RALFS Brit. Desm. p. 133, Tab. XXII fig. 1.
Rio d'Ouro (GLAZIOU).

6. **S. gracile** RALFS.
On Brit. Desm. p. 155, Tab. XI fig. 3.
Caldas (REGNELL).

7. **S. leptocladium** NORDST.
Desm. Brasil. p. 218, Tab. IV fig. 57.
β *cornutum* n. var. Tab. I fig. 39.
Var. apice semicellularum utrobique cornu parvulo præditæ.
Long. 40; lat. 100; lat. ist. 8 μ.
Caldas (REGNELL).

8. **S. grallatorium** Nordst.

Desm. Brasil. p. 228, Tab. IV fig. 52.
Caldas (Regnell), Lagoa Santa (Warming).

9. **S. margaritaceum** (Ehrb.) Menegh.

Syn. Desm. p. 227; *Pentasterias margaritacea* Ehrb. Infus. p. 144, Tab. X fig. XV.
Lagoa Santa (Warming).

10. **S. Rotula** Nordst.

Desm. Brasil. p. 227, Tab. IV fig. 38.
Lagoa Santa (Warming).

11. **S. parcum** n. sp. Tab. I fig. 40.

S. parvum; cellula fere dimidia parte latior quam longior; semicellulæ a latere et a vertice visæ triangulares, angulis spina armatis; membrana lævis.

Long. 16; lat. 7; lat. ist. 4,5; long. spin. 6 μ.
Lagoa Santa (Warming).

Man kunde maaske antage denne Art for at være en *Polyëdrium*, men dens tydelige Tvedeling og en Amylonkjerne i hver Halvdel taler for, at den bör henföres til *Staurastrum*, blandt hvis Arter den synes at staa *Staurastrum cuspidatum* Bréb. nærmest.

12. **S. cuspidatum** Bréb.

in Ralfs Brit. Desm. p. 122, Tab. XXI fig. 1.
Lagoa Santa (Warming).

β divergens Nordst.
Desm. Brasil. p. 225, Tab. IV fig. 49.
Lagoa Santa (Warming).

13. **S. diptilum** Nordst.

Desm. Brasil. p. 227, Tab. IV fig. 56.
Lagoa Santa (Warming).

14. **S. mamillatum** Nordst.

Desm. Brasil. p. 225, Tab. IV fig. 55.
Caldas (Regnell).

15. **S. Brasiliense** Nordst.

Desm. Brasil. p. 227, Tab. IV fig. 39
Caldas (Regnell).

16. **S. quadrangulare** Bréb.

in Ralfs Brit. Desm. p. 128, Tab. XXII fig. 7.

β alatum n. var. Tab. I fig. 41.

Var. isthmo latiore, spinis inferioribus semicellularum bidentatis.

Long. 20; lat. 20 μ.

Lagoa Santa (Warming).

17. **S. inaequale** Nordst.

Alg. Brasil. p. 25, Tab. II fig. 9.

Lagoa Santa (Warming).

18. **S. gemelliparum** Nordst.

Desm. Brasil. p. 230, Tab. IV fig. 54.

Lagoa Santa (Warming).

VII. **Cylindrocystis** Menegh.

Cenn. sulla organ. p. 5 et 26; char. emend.; de By. Unters. üb. Conjug. p. 74.

1. **C. Brebissonii** Menegh.

Cenn. sulla organ. p. 5 et 26.

Long. 50; lat. 20 μ.

Caldas (Regnell).

VIII. **Penium** (Bréb.) de By.

Unters. üb. Conjug. p. 73; Bréb. i Ralfs Brit. Desm. p. 148; mut. char.

1. **P. Digitus** (Ehrb.) Bréb.

in Ralfs Brit. Desm. p. 150, Tab. XXV fig. 3; *Closterium Digitus* Ehrb. Infus. p. 94, Tab. VI fig. 3.

Long. 150 μ.

Rio d'Ouro (Glaziou), Campos da Bocaina ved Rio de Janeiro (Glaziou).

2. **P. closterioides** Ralfs.

Brit. Desm. p. 152, Tab. XXXIV fig. 4.

Caldas (Regnell).

Long. 94; lat. 20; lat. ap. 8 μ.

Rio d'Ouro (Glaziou).

3. **P. minutum** (RALFS) CLEVE.

Bidrag. p. 493; *Docidium minutum* RALFS, Brit. Desm. p. 158, Tab. XXVI fig. 5.

Long. 210; lat. 11; lat. ap. 6 μ.

Lagoa Santa (WARMING).

4. **P. rectum** (DELP.)

Pleurotaenium rectum DELP. Desm. subalp. p. 129, Tab. XX fig. 8—11.

Form. *minor*. Tab. I fig. 42.

Long. 180; lat. 10; lat. tum. bas. 12,5 μ.

Caldas (REGNELL).

IX. **Pleurotaenium** (NÄGL.) LUND.

Desm. Suec. p. 89; NÄGL. Gatt. einz. Alg. p. 104; char. mut.

1. **P. coronatum** (BRÉB.) LUND.

Desm. Suec. p. 90; *Docidium coronatum* BRÉB. in RALFS Brit. Desm. p. 217, Tab. XXXV fig. 6.

Caldas (REGNELL).

2. **P. coronulatum** GRUN.

Diat. u. Desm. p. 13, Tab. II fig. 20.

β Caldense n. var. Tab. I fig. 43.

Var. tenuior, apice truncato, coronula granulorum minorum ornato.

Long. 552; lat. 28—30 μ.

Caldas (REGNELL).

3. **P. Warmingii** n. sp. Tab. I fig. 44.

P. validum, cylindricum, 25—27 plo longius quam latius, medio modice constrictum; semicellulæ tumore basali non prædítæ, apice rotundato, lateribus non undulato-constrictis, apice basique coronula granulorum minorum ornatis; membrana punctata.

Long. 1060; lat. 40; lat. ist. 28; lat. ap. 28 μ

Lagoa Santa (WARMING).

Staar nærmest foregaaende Art.

4. **P. Archerii** DELP.

Desm. subalp. p. 128, Tab. XIX fig. 12—16.
Long. 630; lat. 40; lat. ist. 34 μ.
Caldas (REGNELL).

5. **P. Caldense** NORDST.

Alg. Brasil. p. 17, Tab. II fig. 2.
Caldas (REGNELL), Lagoa Santa (WARMING).

6. **P. bidentatum** NORDST.

Alg. Brasil. p. 18, Tab. II fig. 3.
Caldas (REGNELL).

X. **Closterium** NITZSCH.

Beitr. z. Infus. p. 60 et 67.

1. **C. Leibleinii** KÜTZ.

Syn. Diat. p. 595, Tab. XVIII fig. 79.
St. Paulo (MOSÉN).
Long. 208; lat. 36 μ.
Rio d'Ouro (GLAZIOU).

2. **C. Dianae** EHRB.

Infus. p. 92, Tab. V fig. XVII 2 et 5.
Rio d'Ouro (GLAZIOU).

De iagttagne Individer af denne Art stemte særdeles godt med den Afbildning, som findes hos DELPONTE (Desm. subalp. Tab. XVII fig. 46).

3. **C. porrectum** NORDST.

Desm. Brasil. p. 203, Tab. II, fig. 2.
Caldas (REGNELL).

4. **C. Lagoense** NORDST.

Desm. Brasil. p. 203, Tab. II fig. 2.
Caldas (REGNELL).

XI. **Onychonema** WALLICH.

Desm. p. 186 et 194.

1. **O. laeve** NORDST.

Desm. Brasil. p. 206, Tab. III fig. 34.
Caldas (REGNELL).

XII. **Bambusina** Kütz.

Phyc. germ. p. 140.

1. **B. Brebissonii** Kütz.
Phyc. germ. p. 140.
β gracilescens Nordst.
Wittr. et Nordst. Alg. exsic. N:o 367.
Caldas (Regnell).

XIII. **Desmidium** Ag.

Syst. Alg. p. XV; mut. char; de By. Unters. üb. Conjug. p. 76.

1. **D. quadratum** Nordst.
Sydl. Norg. Desm. p. 49, Tab. I fig. 24.
β graciliceps Nordst.
Wittr. & Nordst. Alg. exsic. N:o 367.
Caldas (Regnell).

2. **D. quadrangulatum** Ralfs.
On Brit. Desm. p. 405, Tab. XII fig. 9.
Lagoa Santa (Warming).

XIV. **Phymatodocis** Nordst.

Alg. Brasil. p. 18.

1. **P. alternans** Nordst.
Alg. Brasil. p. 19, Tab. II fig. 4 et fig. xyl. 1.
Caldas (Regnell).

Ordo **Confervaceae** Wille.

Bidr. Norg. Alg. p. 61.

Fam. ULOTHRICHEAE Rab.

Fl. Eur. Alg. III, p. 360.

I. **Ulothrix** KÜTZ.

Phyc. germ. p. 251.

1. **U. oscillarina** KÜTZ.

Phyc. germ. p. 197; *Conferva oscillatorioides* AG. Syst. Alg. p. 89.

Lat. cell. 8 μ.

Campos da Bocaina ved Rio de Janeiro (GLAZIOU).

Fam. CHAETOHOREAE (HARV.) HASS.

Brit. Fr. Alg. p. 116; *Chaetophorideae* HARV. Man. Brit. Alg. p. 10; ex parte.

I. **Herposteiron** NÄGL.

1. **H. globosa** NORDST.

Alg. Sandv. p. 23, Tab. II, fig. 22, 23.

Caldas (REGNELL).

Ordo **Oedogoniaceae** WITTR.

Devel. of Pithoph. p. 42.

Fam. OEDOGONIEAE DE BY.

Oed. u. Bulboch. p. 94; PRINGSH. Beitr. z. Morph. d. Alg. I, p. 68.

I. **Oedogonium** LINK.

Epist. d. Alg. p. 5; PRINGSH. Beitr. z. Morph. d. Alg. I, p. 68.

1. **Oe. acrosporum** DE BY.

Oed. u. Bulboch. p. 60—64 et 94, Tab. III fig. 1—12. WITTR. Monogr. Oedog. p. 26.

Lat. cell. veg. 16—18; oogon. long. 60, lat. 41 μ. Tab. I, fig. 45.

Caldas (REGNELL).

Fam. COLEOCHAETEAE Nägl.

Neu. Algens. p. 166; Pringsh. Beitr. z. Morph. d. Alg. III, p. 32.

I. **Coleochaete** Bréb.

Descr. d. gen. d'alg. p. 29; Pringsh. Beitr. z. Morph. d. Alg. III, p. 33.

1. **? C. scutata** Bréb.

Descr. d. gen. d'alg. p. 29, Tab. II fig. 1—7; Pringsh. Beitr. z. Morph. d. Alg. III, p. 35, Tab. I fig. 4, Tab. III, fig. 3, 4, Tab. IV fig. 3.

Caldas (Regnell).

Da den manglede Frugt er Bestemmelsen ikke ganske sikker.

II.

Montevideo.

Henimod 70 Flasker ere samlede af Professor Dr. J. Arechavaleta i Omegnen af Montevideo 1875—76 og af ham oversendte til Professor Pringsheim, som godhedsfuldt overlod Materialet til Professor Magnus og mig. En forelöbig Undersögelse foretoges af Professor Magnus og mig i Berlin Vaaren 1882. Den nærmere Bestemmelse har jeg udfört under Vaaren 1883, efter min Ankomst till Stockholm.

Som Opbevaringsvædske er benyttet Camphervand, som i mange Tilfælder f. Ex. hos de fleste Zygnemaceer har vist sig udmærket. Paa nogle Flasker var desværre Campheren i Aarenes Löb fordampet, og de i dem værende Alger vare da mere eller mindre forraadnede og ubestemmelige.

Det kunde synes paafaldende, at Materialet indeholder saa faa Desmidieer, men dette forklares let derved, at Prof. Arechavaleta særligt har bestræbt sig for at samle fructificerende Zygnemaceer, Oedogoniaceer og Vaucheriaceer, blandt hvilke man altid kun vil finde faa Desmidieer.

Phycochromophyceae Rab.[1]

Fam. CHROOCOCCEAE Nägl.

Gatt. einz. Alg. p. 44; sub nom *Chroococcaceae.*

I. **Chroococcus** Nägl.

Gatt. einz. Alg. p. 44.

1. **C. turgidus** (Kütz.) Nägl.

Gatt. einz. Alg. p. 46, Tab. I A fig. 1; *Protococcus turgidus* Kütz. Tab. Phycol. I, p. 5, Tab. VI fig. 1.
Montevideo Juni 1876.

II. **Merismopedium** Meyen.

Jahresb. 1838, p. 67; Nägl. Gatt. einz. Alg. p. 55.

1. **M. glaucum** (Ehrb.) Nägl.

Gatt. einz. Alg. p. 55, Tab. I D fig. 1; *Gonium glaucum* Ehrb. Infus. p. 68, Tab. III fig. 5.
Montevideo Oktober 1875, August 1876.

Fam. OSCILLARIEAE (Ag.) Fisch.

I. **Oscillaria** Bory.

1. ? **O. chlorina** Kütz.

Phyc. gener. p. 185; Tab. Phycol. I, p. 28, Tab. 39 fig. III.
Lat. fil. 3—4 μ.
Montevideo 1876.

II. **Microcoleus** Desmaz.

1. **M. chtonoplastes** Thur.

Montevideo Mai 1875.

---

[1] Hvor Navne i denne og fölgende Opsats mangle Litteraturangivelser ere de tagne i samme Betydning som paa förste Sted, hvor de ere nævnte med Litteraturangivelser.

III. **Chamaesiphon** A. Br. et Grun.

in Rab. Fl. Eur. Alg. II. p. 148.

1. **C. gracilis** Rab.

Fl. Eur. Alg. II, p. 149.
form. *elongata* Wille.
Nov. Seml. Alg. p. 23, Tab. XII fig. 2.
Montevideo November 1875.

Fam. NOSTOCEAE (Menegh.) Kütz.

Phyc. gener. p. 203; *Nostochineae* Menegh. Cenn. sulla organ. p. 25; ex parte.

1. ? **N. commune** Vauch.

Hist. d. Conf. p. 223, Tab. XVI fig. 1.
Montevideo December 1875.

Baade denne og den fölgende *Nostoc* vare halvraadne, saa Bestemmelserne ikke ere at anse som fuldt sikre.

2. ? **N. lacustre** Kütz.

Phyc. gener. p. 208.
Montevideo December 1875.

Fam. CALOTHRICHEAE Thur.

Class. d. Nost. p. 5.

I. **Rivularia** (Roth) Thur.

Class. d. Nost. p. 5.

1. **R. sp.**

Montevideo December 1875.

2. **R. sp.** (*Schizosiphon* Kütz. sp.)

Montevideo Juni 1876.

Fam. SCYTONEMEAE (KÜTZ.) THUR.

I. **Tolypothrix** (KÜTZ.) THUR.

Class. d. Nost. p. 5; KÜTZ. Phyc. gener. p. 227; ex parte.

1. **T. tenuis** KÜTZ.

Phyc. gener. p. 228; Tab. Phyc. p. 9, Tab. 31, fig. 2.
Lat. cytiopl. 4, lat. c. vag. 10 μ.
Montevideo Oktober 1875.

Chlorophyllophyceae RAB.

Ordo. **Palmellaceae** NÄGL.

Fam. TETRASPOREAE (NÄGL.) WITTR.

I. **Pleurococcus** MENEGH.

Nostoc. p. 38; ex parte.

1.? **P. pulcher** KIRCHN. Tab. I fig. 46.

Würtemb. Alg. p. 170, Tab. II fig. 3.
Montevideo Oktober 1875.

Opbevaringsvædsken havde forandret Indholdet saa meget, at det ikke var mueligt med fuld Sikkerhed at afgjöre, om den ikke tilhörte *Chroococcaceae;* da den imidlertid overensstemmer saa godt med *Pleurococcus pulcher* KIRCHN., har jeg om end med Tvivl fört den hid.

II. **Oocystis** NÄGL.

1. **O. Novae Semliae** WILLE.

Nov. Seml. Alg. p. 26, Tab. XII fig. 3.
Montevideo Juni 1875.

III. **Raphidium** KÜTZ.

Phyc. germ. p. 144.

1. **R. fasciculatum** KÜTZ.

Phyc. germ. p. 144.
Montevideo Septbr 1876.

Fam. PEDIASTREAE (NÄGL.) WITTR.

I. **Scenedesmus** MEYEN.

1. **S. bijugatus** (TURP.) KÜTZ.

Montevideo Oktober 1875.

2. **S. quadricauda** (TURP.) BRÉB.

Alg. Falais. p. 66; *Achnanthes quadricauda* TURP. Aperç. organ. p. 311, Tab. 13 fig. 6.
Montevideo September 1876.

Fam. CHARACIEAE (NÄGL.) WITTR.

Gotl. Öl. Sötv. Alg. p. 32; NÄGL. Gatt. einz. Alg. p. 64; char. mut.

1. **Characium** A. BR.

in KÜTZ. Spec. Alg. p. 208.

1. **Ch. strictum** A. BR.

Alg. unicell. p. 37, Tab. V A.
Montevideo Oktober 1875.

Fam. VOLVOCEAE (EHRB.) RAB.

Fl. Eur. Alg. III, p. 92 (sub. nom. *Volvocineae*); *Volvocina* EHRB. Beitr. z. Erk. gr. Organ p. 281; ex parte.

I. **Chlamydomonas** EHRB.

Beitr. z. Erk. gr. Organ. p. 288.

1.? **C. Pulvisculus** (MÜLL.) EHRB.

Beitr. z. Erk. gr. Organ. p. 288; *Monas Pulvisculus* MÜLL. Animalc. Infus. p. 8, Tab. I, fig. 5, 6.
Montevideo Juni 1875.

Samtlige Individer vare halvraadne, Bestemmelsen kan derfor ikke ansees for ganske sikker.

Ordo. **Conjugatae** DE BY.

Fam. DESMIDIEAE (KÜTZ.) DE BY.

I. **Euastrum** (EHRB.) RALFS.

1. **E. verucosum** EHRB.

Beitr. z. Erk. gr. Organ. p. 246.

β reductum NORDST.

Alg. et Char. p. 9, Tab. I fig. 14.
Montevideo Juni 1876.

II. **Cosmarium** (CORDA) RALFS.

1. **C. reniforme** (RALFS) ARCH.

Cosmarium margaritiferum (TURP.) MENEGH. *β reniforme* RALFS, Brit. Desm. p, 100, Tab. XV fig. 2 d.
Long. 70; lat. 54; lat. ist. 16,5 μ.
Montevideo Juni 1876.

2. **C. subcrenatum** HANTZSCH.

in RAB. Alg. N:o 121.
Long. 32; lat. 26; lat. ist. 8; crass. 15 μ.
Montevideo Juli 1875.

3. **C. concinnum** (RAB.) REINSCH.

Algenfl. p. 110, Tab. IX fig. III; *Cosmarium Meneghinii* BRÉB. *β concinnum* RAB. Fl. Eur. Alg. III, p. 163.

β laeve WILLE.

Bidr. Norg. Alg. p. 30, Tab. I fig. 12.
Form. *major.*
Long. 16; lat. 12; lat. ist. 4; lat. ap. 8 μ.
Montevideo Juni 1876.

4. **C. laeve** RAB.

Fl. Eur. Alg. III, p. 161; NORDST. Desm. Ital. p. 29, Tab. XII, fig. 4.
Long. 22; lat. 15; lat. ist. 8 μ.
Montevideo Juli 1875.

5. **C. Phaseolus** BRÉB.

in Menegh. Syn. Desm. p. 220.

β elevatum NORDST.

Sydl. Norg. Desm. p. 17, Tab. I fig. 5.
Long. 31; lat. 25, lat. ist. 7 μ.
Montevideo Juni 1876.

Fortykkelsen paa Halvcellernes Midte kunne undertiden ganske mangle og var som oftest svagere end paa den af NORDSTEDT afbildede norske Form.

6. **C. Cucumis** RALFS.

Brit. Desm. p. 93, Tab. XV fig, 2.
Form. *monstrosa.* Tab. I fig. 47.
Long. 80, lat. 40 μ.
Montevideo November 1875.

III. Pleurotaenium (NÄGL.) LUND.

1. **P. Trabecula** (EHRB.) NÄGL.

Gatt. einz. Alg. p. 104, Tab. VI A; *Closterium Trabecula* EHRB. Entw. d. Infus. p. 68.
Form. *minor* MAGN. et WILLE n. form. Tab. I fig. 48.
Long. 160; lat. 24; lat. ist. 16; lat. ap. 18 μ.
Montevideo November 1875.

IV. Closterium NITZSCH.

1. **C. Lunula** (MÜLL.) NITZSCH.

Beitr. z. Infus. p. 60 et 67; *Vibrio Lunula* Müll. in Naturforscher. XX, 1784, p. 142.
Long. 300; lat. 68 μ.
Montevideo August 1876.

2. **C. Ehrenbergii** MENEGH.

Syn. Desm. p. 232.
Montevideo December 1875.

3. **C. moniliferum** (BORY) EHRB.

Infus. p. 90, Tab. V fig. 16; *Lunulina monilifera* BORY Hist. nat. d. Zooph. Tab. III fig. 22, 25, 27.
Montevideo December 1875.

4. **C. Dianae** EHRB.

Montevideo August 1875.

5. **C. Leibleinii** KÜTZ.

Long. 252; lat. 60 μ.
Montevideo November 1875.

Form. apicibus rotundatis.
Long. 210; lat. 48 μ.
Montevideo December 1875, August 1876.

Fam. ZYGNEMEAE (MENEGH.) DE BY.

Unters. üb. Conjug. p. 70; MENEGH. Cenn. sul. organ. p. 33; char. mut.

I. **Zygnema** (AG.) DE BY.

Unters. üb. Conjug. p. 77; AG. Syn. Alg. Scand. p. XXXII; ex parte.

1. **Z. cruciatum** (VAUCH.) AG.

Syn. Alg. Scand. p. 102; *Conjugata cruciata* VAUCH. Hist. d. Conf. p. 76, Tab. VI fig. 4, Tab. VII fig. 2.
Montevideo August og November 1875.

2. **Z. tholosporum** MAGN. et WILLE n. sp. Tab. I fig. 49—52.

Cellulæ vegetativæ iis *Z. cruciati* similes; zygota (non plane matura) globosa, membrana exterior verrucis magnis ornata.
Diam. cell. veg. 20; diam. zygot. 36 μ.
Montevideo Oktober 1875.

3. **Z. pectinatum** (VAUCH.) AG.

Syst. Alg. p. 78; *Conjugata pectinata* VAUCH. Hist. d. Conf. p. 77, Tab. VII fig. 4.
Cell. veg. long. 32—52, diam. 32—36; cell. zygotif. long. 28—44; diam. zygot. (immatur.) 44 μ.
Montevideo August 1875.

II. **Spirogyra** LINK.

Epist. d. Alg. p. 5.

1. **S. crassa** KÜTZ.

Alg. exsic. N:o 98, Phyc. gener. p. 280, Tab. XIV fig. 4.
Diam. cell. veg. 156; zygot. long. 204. lat. 132 μ.
Montevideo November 1875.

2. **S. orbicularis** (HASS.) KÜTZ.

Spec. Alg. p. 442; *Zygnema orbiculare* HASS. Brit. Fr. Alg. p. 138, Tab. XIX fig. 1, 2.

Form. tenuior. MAGN. et WILLE.

Diam. cell. veg. 105—110; zygot. diam. 100—104, crass 72 μ.

Montevideo November 1875.

3. **S. setiformis** (ROTH) KÜTZ.

Spec. Alg. p. 442; *Conferva setiformis* ROTH Cat. Bot. III, p. 266.

Form. *minor*, zygotis lenticularibus. MAGN. et WILLE. Tab. I fig. 53, Tab. II fig. 54—56.

Diam. cell. veg. 96; zygot. diam. 92—96, crass. 64 μ.

Montevideo August 1875.

4.? **S. varians** (HASS.) KÜTZ.

Spec. Alg. p. 439; PETIT Spirogyra, p. 19, Tab. IV fig. 1—8; *Zygnema varians* HASS. Brit. Fr. Alg. p. 145. Tab. XXIX fig. 1—4.

Montevideo August 1875.

Zygoterne vare ikke ganske modne, saa jeg ikke kan angive noget om Membranens Struktur.

5. **S. communis** (HASS.) WITTR.

Gotl. Øl. Sötv. Alg. p. 44; *Zygnema commune* HASS. Observ. on Zygn. p. 38.

Montevideo Oktober 1875.

6. **S. catenaeformis** (HASS.) KÜTZ.

Spec. Alg. p. 438; *Zygnema catenaeformis* HASS. Brit. Fr. Alg. p. 147, Tab. XXX fig. 3—4.

Diam. cell. veg. 28; diam. cell. zygotif. 40; zygot. long. 56, lat. 32 μ.

Montevideo Oktober 1875.

7. **S. stictica** (Engl. Bot.)

Conferva stictica Engl. Bot. Tab. 2463; *Sirogonium sticticum* KÜTZ. Spec. Alg. 434; DE BY. Unters. üb. Conjug. p. 78, Tab. II, fig. 1—9.

Montevideo Oktober og November 1875.

Jeg har forenet *Sirogonium* med *Spirogyra*, da den ved flere Mellemformer, som *Sirogonium punctatum* (CLEVE) WITTR. er saa nær forbunden med *Spirogyra*, at man ikke kan holde dem adskildte som to Slægter.

Særligt interessant var en endnu ubeskreven *Spirogyra*, som Professor MAGNUS og jeg fandt ved Berlin 1882; paa samme Traad kunde man se Stykker, som lignede *Sirogonium* deri, at der var to Slags Celler, kopulerende og vegetative, som ved en Deling adskiltes fra de förste umiddelbart för Kopulationen, paa andre Steder i samme Traad kopulerede samtlige Celler.

Efter min Opfatning bliver »*Sirogonium sticticum*» at opfatte som den kjendte *Spirogyra*, der har mest udviklet Kjönsforskjel og Forskjel mellem vegetative og fructificative Celler.

Ordo **Confervaceae** WILLE.

Fam. ULVACEAE RAB.

Fl. Eur. Alg. III, p. 286.

I. **Enteromorpha** LINK.

Epist. d. Alg. p. 5.

1. **E. sp.** (? pilifera KÜTZ.)

Montevideo Oktober 1875.

Den er tagen i ferskt, eller i allefald i meget ringe saltholdigt Vand, da den vokste sammen med en *Spirogyra* (steril).

Fam. ULOTRICHEÆ RAB.

I. **Conferva** (L.) WILLE.

Nov. Seml. Alg. p. 64; L. Syst. p. 144, N:o 965; ex parte.

1. **C. stagnorum** KÜTZ.

Phyc. gener. p. 257; WILLE Hvilecell. h. Conferv. p. 20, Tab. I fig. 12—27, Tab. II fig. 50.

Lat. fil. 6—9 μ.

Montevideo August 1876.

2. **C. bombycina** (AG.) WILLE.

Hvilecell. h. Conf. p. 20; AG. Syst. Alg. p. 88; char. mut.

**genuina* WILLE.

Hvilecell. h. Conf. p. 20, Tab. I fig. 41—43, Tab. II fig. 51—54.
Lat. fil. 10 μ.
Montevideo August 1876.

3. **C. utriculosa** Kütz.

Alg. exsic. N:o 59; Wille Hvilecell. h. Conf. p. 22, Tab. II fig. 67.
Montevideo December 1875.

Fam. CONFERVEAE (Ag.)

Confervae genuinae Ag. Syst. Alg. p. XXV; excl. gen. plur.

I. **Chaetomorpha** Kütz.

Phyc. germ. p. 203.

1. **C. brachyarthra** Kütz.

Phyc. germ. p. 203.
β urbica (Kütz.) Rab.
Fl. Eur. Alg. III, p. 329; *Chaetomorpha urbica* Kütz.
Bot. Zeit. 1847. p. 166; Spec. Alg. p. 377; Tab. Phycol. III p. 18, Tab. 54 fig. IV.
Montevideo December 1875.

Paa denne vokste en endophytisk *Entocladia?*, som dog var ubestemmelig.

II. **Rhizoclonium** Kütz.

1. **R. interruptum** Kütz.

Spec. Alg. p. 384; Tab. Phycol. III, p. 21, Tab. 69 fig. II.
Lat. fil. 24—28 μ.
Montevideo August 1875.

2. **R. calidum** Kütz.

Tab. Phycol. III p. 22, Tab. 70 fig. III.
Montevideo November 1875.

III. **Cladophora** Kütz.

Phycol. gener. p. 262.

1. **C. heterocladia** Kütz.

Phyc. gener. p. 265; *Conferva heterocladia* Kütz.

Alg. exsic. N:o 147.
Montevideo December 1875.

2.? **C. laete-virens** (DILLW.) KÜTZ.
Phyc. germ. p. 214; Tab. Phycol. IV p. 3, Tab. 15, fig. 1.
Conferva laete virens DILLW.
Montevideo November 1875.

Fam. CHAETOPHOREAE (HARW.) HASS.

I. **Stigeoclonium** KÜTZ.

Phyc. gener. p. 253.

1.? **S. irregulare** KÜTZ.
Phyc. germ. p. 197; Tab. Phycol. III, p. 2, Tab. 4, fig. III.
Montevideo August 1875.

Jeg saa ofte store Mængder af ugrenede Cellerækker, som havde en skuffende Lighed med *Ulothrix*, men ved lang Sögen lykkedes det mig at eftervise, at det var lösrevne Grene af *Stigeoclonium*, dette viser noksom, hvor forsigtig man maa være ved Bestemmelsen af *Ulothrix*, om man ikke har levende Materiale. Ofte fandt jeg dels fastsiddende dels lösrevne Dannelser, som syntes at være de af CIENKOWSKI beskrevne »Stigeocloniumsohle», men Arten lod sig naturligvis ikke bestemme.

II. **Herposteiron** NÄGL.

1. **H. repens** (A. BR.) WITTR.
Gotl. Öl. Sötv. Alg. p. 27; *Aphanochaete repens* A. BR. Verj. in d. Nat. p. 196.
Montevideo November 1875.
Vokste paa *Spirogyra stictica* (*Engl. Bot.*).

2. **H. globosa** NORDST.
Montevideo November og December 1875.

III. **Chaetophora** SCHRANK

Bair. Fl. I, p. 197.

1.? **C. pisiformis** (ROTH) AG.
Disp. Alg. Suec. p. 43; *Rivularia pisiformis* ROTH Neue Beitr. I, p. 272.
Montevideo December 1875.

IV. **Phyllactidium** KÜTZ.

Phyc. gener. p. 294.

1. **Ph. pulchellum** KÜTZ.

Phyc. gener. p. 295, Tab. 16 fig. II.

Montevideo December 1875.

Foruden denne Art, som vel er en selvstændig Form, forekom ogsaa blandt Algerne fra Montevideo Dannelser, som i höi Grad stemte overens med *Phyllactidium arundinaceum* KÜTZ. og med »gen. nov. Ulvac. REINSCH (Contributiones p. 76 Tab. IV B.), men disse dannede, naar de bleve ældre, vertikale Grene. Hvad de udvikle sig til, kunde jeg ikke med Sikkerhed komme efter, men jeg skulde formode til *Chaetophora*, isaafald vilde vi faa en »Chaetophorasohle» i Lighed med den af CIENKOWSKI paaviste »Stigeocloniumsohle».

Ordo **Vaucheriaceae** J. E. ARESCH.

in scholis publ. 1865; WITTR. Gotl. Øl. Sötv. Alg. p. 25.

Fam. VAUCHERIEAE DECAIS.

Class. d. Alg. p. 388 et 337.

I. **Vaucheria** DE CAND.

Rapp. s. Conf. p. 20.

1. **V. geminata** WALZ.

Beitr. z. Morph. d. Vauch. p. 147, Tab. XII fig. 7—11.

Hovedformen vokste overalt sammen med forma *racemosa*. Parasitisk i de vegetative Celler fandtes ofte den af CORNU (Monogr. d. Saprolegn. p. 187, Pl. 7 fig. 20—22) beskrevne Parasit, *Chytridium glomeratum* CORN.

Montevideo, Juni, August, September 1875.

2. **V. pachyderma** WALZ.

Beitr. z. Morph. d. Vauch. p. 146, Tab. XII fig. 1—6.

Montevideo ved Punta Brasa August 1876.

3. **V. scrobiculata** MAGN. et WILLE. n. sp. Tab. II fig. 57—59.

V. terrestri affinis, differt antheridiis in apice magis attenuatis, sporodermate scrobiculato.

Oog. long. 120—130, lat. 100—110; cell. veg. lat. 30—80; anther. lat. bas. 30—44, lat. apic. 6 μ.

Montevideo August 1876.

4. **V. Arechavaletae** MAGN. et WILLE. n. sp. Tab. II fig. 60—62.

V. de Baryanae affinis, differt oogoniis magis oblongis et antheridiis orificiis singulis præditis.

Oosp. long. 60—64, lat. 56—58; lat. fil. crc. 30 μ.

Montevideo August 1875.

Ordo **Oedogoniaceae** WITTR.

Fam. OEDOGONIEAE DE BY[1]).

I. **Oedogonium** LINK.

1. **Oe. crispum** (HASS.) WITTR.

Monogr. Oedog. p. 10; *Vesiculifera crispa* HASS. Hist. of Brit. Fr. Alg. p. 203, Tab. 52 fig. 8.

Crass. cell. veg. 16 μ.
» oogon. 46, long. 54 μ.
» oospor. 41 μ.
» cell. spermog. 11, long. 9 μ.

Montevideo Oktober 1875.

β Uruguayense MAGN. et WILLE n. var. Tab. II fig. 63.

Var. oosporis oogonia complentibus.

Crass. cell. veg. 10—16 μ.
» oogon. 30—38, long. 36—38 μ.
» oospor. 27—34, » 29—32 μ.
» cell. spermog. 9—13, long. 9 μ.

Montevideo Oktober 1875.

2. **Oe. crassum** (HASS.) WITTR. Tab. II fig. 64.

Gotl. Øl. Sötv. Alg. p. 20, Tab. I fig. 4—6; Monogr. Oedog. p. 43; (?) *Vesiculifera crassa* HASS. Descr. on Freshw. Conf. p. 389.

---

[1]) Samtlige nye Former af *Oedogonieae* i denne og fölgende Opsats ere velvilligt grandskede af Professor V. WITTROCK.

Crass. cell. veg. 48—50 μ.
» oogon. 80—84, long. 96—100 μ.
» oospor. 72, long. 84—90 μ.
»? cell. spermog. 44 μ.

Montevideo December 1875.

Den Afbildning, som jeg har givet af denne Art, synes at bevise, at Arten er monoëcisk, da man neppe kan tyde de Delinger, som finde Sted (Tab. II fig. 64 sp.) anderledes end som begyndende Dannelse af Spermogonier.

3. **Oe. cyathigerum** WITTR.

Disp. Oed. Suec. p. 131, Tab. I fig. 6, 7; Monogr. Oedog. p. 21.

β ellipticum MAGN. et WILLE n. var. Tab. II fig. 67.

F. oogoniis ellipticis, oosporis oogonia non fere complentibus.

Crass. cell. veg. 20—32 μ.
» » suff. 36—40 μ.
» oogon. 50—56, long. 68—94 μ.
» oospor. 48—51, » 60—78 μ.
» nannandr. 16—18, long. 60 μ.

Montevideo August og November 1875.

I flere Tilfælder var den angreben af *Chytridium acuminatum* A. BR. (Chytrid. p. 29, Tab. I fig. 11).

4. **Oe. amplum** MAGN. et WILLE n. sp. Tab. II fig. 65, 66.

Oe. dioicum, macrandrium, oogoniis singulis, suboviformibus, poro superiori obliquo apertis, oosporis subellipsoideis oogonia complentibus vel non complentibus; plantis masculis gracilioribus quam femineis, spermogoniis 1—14 cellularibus.

Crass. cell. veg. fem. 50—54 μ.
» » » masc. 42—50 μ.
» oogon. 78—90, long. 106—120 μ.
» oospor. 73—82, » 102—106 μ.
» cell. spermog. 40—45, long. 4—18 μ.

Montevideo December 1875.

Staar i Nærheden af *Oe. Landsboroughi* (HASS.) WITTR., men adskilles ved sin Störrelse og at Befrugtningsaabningen er skjæv.

5. **Oe. giganteum** Kütz.

Phyc. germ. p. 200; Wittr. Monogr. Oedog. p. 42.

Crass. cell. veg. 30—44 μ.
» » suff. 48 μ.
» oogon. 70, long. 100 μ.
» oospor. 67, long. 100 μ.

Montevideo November 1875.

II. **Bulbochaete** Ag.

Syn. Alg. Scand. p. XXIX: Pringsh. Beitr. z. Morph. d. Alg. I, p. 71; char. amplif.

1. **B. intermedia** de By.

Ueb. Oedog. u. Bolb. p. 72, Tab. IV fig. 1—7; Wittr. Monogr. Oedog. p. 44.

Montevideo November 1875.

2. **B. crenulata** Pringsh.

Beitr. z. Morph. d. Alg. I, p. 72, Tab. VI fig. 4; Wittr. Monogr. Oedog. p. 45.

Montevideo November 1875.

Fam. COLEOCHAETEAE Nägl.

I. **Coleochaete** Bréb.

1.? **C. scutata** Bréb.

Montevideo December 1875.

Bestemmelsen er usikker, da Individerne vare steril.

Florideae (Lamour.) Thur.

Fam. BATRACHOSPERMEAE.

I. **Batrachospermum** Roth.

Flor. germ. III p. 480.

1. **B. Puiggarianum** Grun. Tab. II fig. 68—85 in Wittr. & Nordst. Alg. exsic. N:o 501.

Montevideo December 1875.

GRUNOW har ikke seet Fruktificationsorganerne, som forefindes paa det Materiale, jeg havde til mine Undersögelser (ogsaa meddelt i WITTR. & NORDST. Alg. exsic. N:o 501 b). Jeg benyttede ogsaa Anledningen til at gjöre nogle Studier over de vegetative Deles Udvikling omendskjönt Materialet var ugunstigt, da Camphervandet, hvori det var opbevaret havde gjort Grenene saa skjöre, at de ikke kunde skjæres og det lykkedes heller ikke ved noget andet Middel at gjöre Grenene tilstrækkeligt gjennemsigtige. Det var kun ved at rulle lösrevne unge Grene under Dækglaset og ved Betragtning af et ældre Krandstværsnit, som jeg ved en Tilfældighed erholdt, at jeg kunde faa en Anelse om Celledelingsfölgen, som i det væsentligste overensstemmer med SOLMS-LAUBACH'S Skildring[1]) af den hos *Batrachospermum moniliforme* ROTH.

Hovedstamme og Grene vokse ved en kuppelformet Topcelle (Tab. II, fig. 69—71, 73), som deler sig ved Vægge lodrette paa Længdeaxen, men i de fölgende Celler forekomme kun Delinger parallelt med Længdeaxen indtil Barklaget begynder at dannes.

Længdedelingerne tage sin Begyndelse i 3:die eller 4:de Celle under Topcellen og synes at fölge det Skema som jeg har afbildet (Tab. II, fig. 71, 72), idet der danner sig 5 Krandsceller udenom en Centralcelle, som ikke deler sig. Krandscellerne derimod fortsætter sine Delinger og forgrene sig, saa Tværsnittet faar et Udseende (Tab. II, fig. 73), som minder om en *Coleochaete*. Centralcellerne strække sig meget stærkt i Længden og det aabne Rum, som danner sig, udfyldes ved at der fra Krandscellerne opad og nedad udvokser forgrenede Celletraade (Tab. II, fig. 74, 75, 79), ligesom hos de övrige *Batrachospermum*-arter og hos *Chara*. Disse Barkribber blive med Tiden flerskiktede, idet Cellerne danne Grene, som vokse ud ovenpaa de underliggende (Tab. II fig. 75, 76); de fleste Celleskikter findes dog i Krandsene, hvor ogsaa Fruktificationsorganerne uddanne sig.

De forgrenede Cellerækker, hvorpaa Antheridierne danne sig udspringe fra de indre större Krandsceller, som ligge paa Grændsen mellem to Centralceller (Tab. II, fig. 76, 77). Grenene kunne være mere eller mindre forgrenede, men altid findes en Mængde antheridiedannende Grene over hele Krandsen.

---

[1]) SOLMS-LAUBACH. Ueb. Fruchtentw. v. Batrachosp. p. 162.

Ikke alle Grenes yderste Celle omdannes til Antheridier eller Trichogyner, men mange forblive sterile (Tab. II, fig. 77, 80). Ikke saa sjeldent iagttog jeg en eller flere Gange gjennemvoksede Antheridier (Tab. II, fig. 78).

Trichogynerne udvikle sig ogsaa kun i Krandsene, men begynde at dannes meget tidligt (Tab. II, fig. 79 *t.*). De ere lette at se, da de ere större end Krandscellerne og rage et Stykke udenfor Thallus. Naar de ere fuldt udviklede (Tab. II, fig. 80—83), ser man, at de indtage Spidsen af en Cellerække, som saaledes maa have vokset ved intercalære Delinger. Trichogynen er encellet og har som hos flere andre *Batrachospermum*-arter en töffellignende Form; den er for en stor Del indesluttet i den udvoksede Krands, saa kun den överste bredere Del stikker frem (Tab. II, fig. 84), undertiden kunde den være böiet (Tab. II, fig. 82), noget som dog helt sikkert maa opfattes som en Misdannelse. Kopulation mellem Spermatier og Trichogyne iagttoges ofte (Tab. II, fig. 83—85); ofte saaes ogsaa det Tilfælde, som SOLMS-LAUBACH[1]) har paapeget, at flere Spermatier fæstede sig paa samme Trichogyne (Tab. II, fig. 84).

Af den videre Udvikling har jeg kun seet det förste Skridt (Tab. II fig. 85), nemlig at Trichophorens nederste Del afgrændses ved en Tværvæg. Videre Stadier vare ikke at finde paa det Material, som jeg havde, men en Ting maa vistnok ansees for höist sandsynlig, at »Glomeruli» udvikle sig inde i selve Thallus, da Trichophorens nedre Del er saa dybt indsænket; derved skiller denne Art sig fra flere andre *Batrachospermum*-arter og nærmer sig til Lemaneaceerne.

3. **Argentina.**

Det her beskrevne Materiale er samlet af Professor Dr. P. G. LORENTZ: ved Conception del Uraguay $^{20}/_{7}$—$^{6}/_{12}$ 1876, Cupalen Oktober 1878, Napocta grande i Sierras Pampeanas $^{21}/_{2}$ 1881, Sierra Curumalon $^{28}/_{3}$ 1881 og Laguna Epecuen $^{5}/_{4}$ 1881. Samlingerne var eopbevarede paa Carbol- og Salicylsyreoplösning.

---

[1]) SOLMS-LAUBACH. Ueb. Fruchtentw. d. Batrachosp. Tab. IV fig. 15.

Materialet, som var bleven tilstillet Dr. NORDSTEDT, er af ham foræret Riksmusei brasilianske Afdeling og overladt mig til Bearbeidelse.

Phycochromophyceae RAB.

Fam. CHROOCOCCEAE NÄGL.

I. **Gomphosphaeria** KÜTZ.

Alg. exsic. N:o 151.

1. **G. aponina** KÜTZ.

Alg. exsic. N:o 151; Tab. Phycol. I. p. 22, Tab. 31, fig. III.

Conception del Uraguay $^{23}/_{11}$ 1876.

Fam. OSCILLARIEAE (AG.) FISCH.

I. **Oscillaria** BORY.

1.? **O. limosa** (ROTH.) AG.

Syst. Alg. p. 66; *Conferva limosa* ROTH Cat.; Flor. Dan. Tab. 1549, fig. 2.

Lat. fil. 8 μ.

Laguna Epecuen $^{5}/_{4}$ 1881.

II. **Microcoleus** DESMAZ.

1. **M. chtonoplastus** THUR.

Cupalen Oktober 1878.

Fam. NOSTOCEAE (MENEGH.) KÜTZ.

I. **Nostoc** VAUCH.

1. **N. Zetterstedtii** ARESCH.

Alg. exsic. N:o 386; WITTR. & NORDST. Alg. exsic. N:o 195.

Form. *minor*.

Lat. cell. 4; lat. heteroc. 6 μ.

Napocta grande i Sierras Pampeanos $^{21}/_{2}$ 1881.

Uagtet denne Form baade hvad Cellernes og Heterocysternes Störrelse angaar er meget mindre end den tidligere kjendte *Nostoc Zetterstedtii* ARESCH., har jeg dog henfört den did, da den overensstemmer saa godt, hvad det ydre Udseende angaar, at man neppe kan skille dem fra hverandre, ligesom den ogsaa ofte har flere Heterocyster liggende sammen i en Rad.

Chlorophyllophyceae Rab.

Ordo **Palmellaceae** Nägl.

Fam. TETRASPOREAE (Nägl.) Wittr.

I. **Gloeocystis** Nägl.

Gatt. einz. Alg. p. 65.

1. ? **G. vesiculosa** Nägl.
Gatt. einz. Alg. p. 66, Tab. IV F.
(Conception del Uraguay ?)

II. **Tetraspora** Link.

Nov. Plant. gen. p. 9.

1. ? **T. gelatinosa** (Vauch.) Desv.
Plant. d'Angers (sec. Rab.); *Ulva gelatinosa* Vauch. Hist. d. Conf. p. 244, Tab. XVII, fig. 2.
Conception del Uraguay $^{6}/_{11}$ 1876.

2. **T.** sp.
Conception del Uraguay $^{22}/_{9}$ 1876.

III. **Raphidium** Kütz.

1. **R. fasciculatum** Kütz.
Conception del Uraguay $^{20-24}/_{9}$ 76.

Fam. PEDIASTREAE (Nägl.) Wittr.

I. **Scenedesmus** Meyen.

1. **S. bijugatus** (Turp.) Kütz.
Conception del Uraguay $^{4}/_{11}$, $^{23}/_{11}$ 1876.

2. **S. obliquus** (Turp.) Kütz.
Conception del Uraguay $^{22}/_{9}$, $^{4}/_{11}$, $^{23}/_{11}$ 1876.

3. **S. quadricauda** (Turp.) Bréb.
Conception del Uraguay $^{29}/_{9}$, $^{23}/_{11}$, $^{4}/_{12}$ 1876.

Fam. CHARACIEAE (Nägl.) Wittr.

I. **Ophiocytium** Nägl.

1. **O. majus** Nägl.
Gatt. einz. Alg. p. 89, Tab. IV A, fig. 2.
Conception del Uraguay $^{29}/_{9}$ 1876.

Fam. VOLVOCEAE (Ehrb.) Rab.

I. **Pandorina** (Bory) Pringsh.

Paar. v. Schwärmsp. p. 6 et 7; Bory Hist. nat. de Zooph.

1. **P. Morum** Müll.

Animalc. Infus. p. 20, Tab. III, fig. 14—16; Pringsh. Paar. v. Schwärmsp. fig. 8.

Conception del Uraguay $^{23}/_{11}$ 1876, Cupalen Oktober 1878.

Parasitisk paa *Pandorina* fandt jeg en *Chytridium*. Da den mangler Laag og kun har en svagt fremspringende Munding, maa den henföres til den Underafdeling, som af A. Braun er kaldt *Phlyctidium*.

Chytridium (Phlyctidium) Pandorinae n. sp. Tab. II, fig. 86.

Ch. zoosporangiis globosis, apice verruca præditis, radice in parte inferiore inflata, orificio zoosporangiorum laterali, operculo nullo.

Hab. in *Pandorina Morum*.

Denne Art staar nær *Chytridium laterale* A. Br., men har kun en sidestillet Aabning paa Zoosporangierne. Jeg har ikke seet dem aabne sig i Spidsen, hvor de have en vorteformig Forhöining, desuden have de en længere Rod, som i sin nederste Del er kugleformigt opblæst. Paa Afbildningen sees ogsaa meget unge Individer, som maa være opstaaede af Zoosporer.

II. **Eudorina** Ehrb.

Entw. d. Infus. p. 78; Pringsh. Paar. v. Schwärmsp. p. 6 et 7.

1. **E. elegans** Ehrb.

Entw. d. Infus. p. 78, Tab. II, fig. 10; Pringsh. Paar. v. Schwärmsp. fig. 8.

Conception del Uraguay, $^{23}/_{11}$ 1876.

Ordo **Conjugatae** de By.

Fam. DESMIDIEAE (Kütz.) de By.

I. **Euastrum** (Ehrb.) Ralfs.

1. **E. verrucosum** Ehrb.

β reductum Nordst.

Conception del Uraguay $^{29}/_{11}$ 1876.

2. **E. orbiculare** Wallich
Desm. p. Tab. XIV, fig. 8—11.
Var. Grunow.
Diat. u. Desm. p. 14, Tab. II, fig. 23 a, b
Conception del Uraguay $^{29}/_{11}$ 1876.

II. Cosmarium (Corda) Ralfs.

1. **C. Botrytis** (Bory) Menegh.
Conception del Uraguay $^{22}/_{9}$ 1876.

2. **C. Turpinii** Bréb.
Liste Desm. p. 127, Tab. I, fig. 11.
Conception del Uraguay $^{4}/_{12}$ 1876.

3. **C. pulcherrimum** Nordst.
Conception del Uraguay $^{29}/_{9}$ 1876, Sierra Curumalon $^{28}/_{3}$ 1881.

4. **C. crenatum** Ralfs.
On Brit. Desm. p. 394, Tab. XI, fig. 6.
Form. crenis lateralibus 3. Nordst.
Desm. spetsb. p. 30, Tab. VI, fig. 7.
Sierra Curumalon $^{28}/_{3}$ 1881.

5. **C. holmiense** Lund.
Desm. Suec. p. 49, Tab. II, fig. 20.
Long. 41, lat. 27, lat. ist. 14 μ.
Sierra Curumalon $^{28}/_{3}$ 1881.

6. **C. laeve** Rab.
Conception del Uraguay $^{22}/_{9}$ 1876, Cupalen Oktober 1878.

7. **C. pyramidatum** Bréb.
in Ralfs Brit. Desm. p. 94 (ex parte) Tab. XV fig. 4 a, b, c.
Long. 62; lat. 52; lat. ist. 14 μ.
Cupalen Oktober 1878.

8. **C. Lundellii** Delp.
Spec. Desm. p. 109, Tab. VII fig. 62—64.
Form. membrana in centro semicellularum non incrassata. Wittr. & Nordst. Tab. III, fig. 89.
Alg. exsic. N:o 564.
Long. 79—88; lat. 69—78; lat. ist. 40—41; crass. 42 μ.
Conception del Uraguay in aquario cultum $^{30}/_{9}$ 1876.

9. **C. galeritum** NORDST.

Long. 51; lat. 51; lat. ist. 18; crass. 24 μ.

WITTR. & NORDST. Alg. exsic. N:o 564.

Conception del Uraguay in Aquario cultum $^{30}/_{9}$ 1876.

β *minus* n. var.

Var. minor, lateribus semicellularum magis convexis. Tab. III, fig. 87.

Long. 34; lat. 34; lat. ist. 8; crass. 16 μ.

Conception del Uraguay in aquario cultum $^{30}/_{9}$ 1876.

10. **C. globosum** BULNH.

Hedwigia. II. p. 52, Tab. IV, fig. 8.

**compressum* WILLE.

Nov. Seml. Alg. p. 45, Tab. XIII, fig. 43.

Form. *major*. Tab. II, fig. 88.

Long. 58—60; lat. 33; crass. 30 μ.

Sierra Curumalon $^{28}/_{3}$ 1881.

III. Staurastrum (MEYEN) RALFS.

1. **S. orbiculare** (EHRB.) RALFS.

On Brit. Desm. p. 152, Tab. X, fig. 4; *Desmidium orbiculare* EHRB. Beitr. z. Erk. gr. Organ. p. 292.

Long. 39; lat. 30; lat. ist. 10 μ.

Sierra Curumalon $^{28}/_{3}$ 1881.

IV. Cylindrocystis MENEGH.

1. **C. Brebissonii** MENEGH.

Sierra Curumalon $^{28}/_{3}$ 1881.

V. Penium (BREB.) DE BY.

1 ? **P. phymatosporum** NORDST.

Desm. Ital. p. 26, Tab. XII, fig. 1.

Form. apicibus magis rotundatis. Tab. III, fig. 90.

Long. 44; lat. 20 μ.

Sierra Curumalon $^{28}/_{3}$ 1881.

Da den manglede Sporer, er Bestemmelsen usikker.

2. **P. minutissimum** NORDST.

Sydl. Norg. Desm. p. 46, Tab. I fig. 21.

Form. *major*. Tab. III, fig. 91.

Long. semicell. 14; lat. 11 μ.

Sierra Curumalon $^{28}/_{3}$ 1881.

8-18

VI. **Mesotaenium** NÄGL.

Gatt. einz. Alg. p. 108.

1. **M. chlamydosporum** DE BY.

Unters. üb. Conjug. p. 75, Tab. VII D; *Palmogloea chlamydospora* DE BY. in RAB. Alg. exsic. N:o 514.

β *Archeri* (RAB.) NORDST.

WITTR. & NORDST. Alg. exsic. N:o 270; *Palmogloea chlamydospora* DE BY. b *Archeri* RAB. Fl. Eur. Alg. III p. 117.

Form. *Curumalensis* Tab. III fig. 92.

Long. 16—18; lat. 10 μ.

Sierra Curumalon $^{28}/_{3}$ 1881.

VII. **Closterium** NITZSCH.

1. **C. moniliferum** (BORY) EHRB.

Conception del Uraguay $^{22}/_{9}$ 1876.

2. **C. Leibleinii** KÜTZ.

Form. Tab. III fig. 93.

Long. 240; lat. 72 μ.

Cupalen Oktober 1878.

3. **C. Pritchardianum** ARCH.

in Micr. Journal 1862, p. 250, Tab. XII fig. 25—27.

Long. 220; lat. 24 μ.

Conception del Uraguay $^{24}/_{12}$ 1876.

Fam. ZYGNEMEAE (MENEGH.) DE BY.

I. **Spirogyra** LINK.

1. **S. porticalis** (VAUCH.) CLEV.

Monogr. Zygn. p. 22, Tab. V fig. 8—13; *Conjugata porticalis* VAUCH. Hist d. Conf. p. 66, Tab. V fig. 2.

Conception del Uraguay $^{4}/_{11}$ 1876.

2. **S. condensata** (VAUCH.) KÜTZ.

Phyc. gener. p. 279; PETIT Spirogyra. p. 22, Tab. IX fig. 6—8; *Conjugata condensata* VAUCH. Hist. d. Conf. p. 67, Tab. V fig. 2.

Form. Tab. III fig. 94, 95.
Lat. cell. 26—28; zygot. diam. 33, long. 33—48 μ.
Conception del Uraguay $^4/_{11}$ 1876.

3. ? **S. inflata** (VAUCH.) RAB.

Kryptog. Fl. Sachs. p. 206; *Conjugata inflata* VAUCH. Hist. d. Conf. p. 68, Tab. V. fig. 3; *Spirogyra tenuissima* form. b CLEVE Monogr. Zygn. p. 24, Tab. VI fig, 7.
Conception del Uraguay $^{11}/_{11}$ 1876.
Da Zygoterne ikke vare helt modne, er Bestemmelsen usikker.

4. **S. stictica** (Engl. Bot.)

Conception del Uraguay $^4/_{11}$, $^{23}/_{11}$, $^6/_{12}$ 1876, Cupalen Oktober 1878.

Fam. MESOCARPEAE DE BY.

Unters. üb. Conjug. p. 71.

I. **Mougeotia** (AG.) WITTR.

Gotl. Öl. Sötv. Alg. p. 35; AG. Syst. Alg. p. XXVI; char. emend.

1. **M.** sp. (*Staurospermum* KÜTZ. sp.)

Arroyo ved Carlhue $^7/_4$ 1881

Ordo **Confervaceae** WILLE.

Fam. ULOTHRICHEAE RAB.

I. **Ulothrix** KÜTZ.

1. **U. zonata** (WEB. et MOHR) KÜTZ.

Phyc. gener. p. 251, Tab. 80; *Conferva zonata* WEB. et MOHR Nat. Reis. p. 97, Tab. I fig. 7.
Conception del Uraguay $^{23}/_{11}$ 1876.
En stor Del af Traadene havde delt sig efter Længderetningen og vare derved blevne omvandlede til den saakaldte *Schizomeris Leibleinii* KÜTZ.

2. **U. oscillarina** KÜTZ.

Lat. fil. 6—7 μ. Tab. III fig. 96—98.
Conception del Uraguay $^{24}/_{12}$ 1878.

II. **Conferva** (L.) Wille.

1. **C. bombycina** (Ag.) Wille.

* *genuina* Wille.
Conception del Uraguay $^{29}/_{9}$ 1876.

Fam. CONFERVEAE (Ag.)

I. **Rhizoclonium** Kütz.

1. **R. calidum** Kütz.

Lat. fil. 30 μ.
Conception del Uraguay $^{22}/_{9}$ 1876.

Ordo **Vaucheriaceae** J. E. Aresch.

Fam. VAUCHERIEAE Decain.

I. **Vaucheria** De Cand.

1. **V. geminata** Walz.

Form. *racemosa*.
Conception del Uraguay $^{22}/_{9}$ 1876.

Ordo **Oedogoniaceae** Wittr.

Fam. OEDOGONIEAE de By.

I. **Oedogonium** Link.

1. **Oe. Lorentzii** n. sp. Tab. III fig. 99—101.

Oe. dioicum, macrandrium, oogoniis singulis, subobovi-formibus v. suboviformi-globosis, poro superiore apertis, oosporis globosis v. subglobosis oogonia non complentibus, exosporio subtilissime punctato, plantis masculis gracilioribus, spermogoniis 1—3—? cellularibus.

Crass. cell. veg. fem. 30—34 μ.
» » » masc. 24—30 »
» oogon. 50—52 long. 40—60 μ.
» oosp. 40—47 » 38—50 »
Conception del. Uraguay $^{22}/_{9}$, $^{20}/_{11}$, $^{6}/_{12}$ 1876.

Litteraturoversigt.

AG. Disp. Alg. Suec. = C. A. AGARDH. Dispositio Algarum Sueciæ. Lundæ 1810–12.

AG. Syn. Alg. Scand. = C. A. AGARDH. Synopsis Algarum Scandinaviæ. Lundæ 1817.

AG. Syst. Alg. = C. A. AGARDH. Systema Algarum. Lundæ 1824.

J. AG. Alg. mediterr. = J. G. AGARDH. Algæ maris mediterranei et adriatici. Parisiis 1842.

ARCH. Descr of. new Cosm. — W. ARCHER. Description of a new Species of Cosmarium, and of a new Species of Xanthidium. (Quarterly Journal of microscopical Science 1860. London 1860).

ARESCH. Alg. exsic. = Algæ Scandinavicæ exsiccatæ quas adjectis Characeis distribuit JOHN. EHR. ARESCHOUG. Seriei novæ Fasc. I—VI. Upsaliæ 1861—64.

BORN. et GRUN. Mazæa nouv. gen. = ÉD. BORNET et A. GRUNOW. Mazæa nouveau genre d'algue de l'ordre des cryptophycées. (Bulletin de la Société botanique de France. Tom. 28. Paris 1881. Separ.)

BORN. et THUR. Notes algol. = ÉD. BORNET et GUSTAV THURET. Notes algologiques. Fasc. 1, 2. Paris 1880.

BORY. Diction. d. sc. nat. = J. B. BORY DE S:T VINCENT in Dictionnaire des sciences naturelles, Botanique. Paris 1816—29.

BORY. Heterocarp. = J. B. BORY DE S:T VINCENT. Heterocarpelle. (Dictionnaire classique d'histoire naturelle Tome 8. Paris 1825).

BORY. Hist. nat. d. Zooph. = J. B. BORY DE S:T VINCENT. Historie naturelle des Zoophytes. Paris 1824 (Encyclopédie methodique: Histoire des Vers, des Mollusques, des Coquillages et Zoophytes, par BRUGUIÉRE m. fl. Paris 1789–1832. Tome III).

BOT. NOT. = Botaniska Notiser utgifne af O. NORDSTEDT. Lund.

A. BR. Alg. unicell. = A. BRAUN. Algarum unicellularium genera nova et minus cognita. Lipsiæ 1855.

A. BR. Chytrid. = A. BRAUN. Ueber *Chytridium,* eine Gattung einzelliger Schmarotzergewächse auf Algen und Infusorien. (Abhandlungen der k. Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1855. Berlin 1856.)

A. BR. Verj. in d. Nat. = A. BRAUN. Betrachtungen über die Erscheinung der Verjüngung in der Natur. Freiburg i. Breisg. 1849–50.

BRÉB. Alg. Fal. = A. DE BRÉBISSON et GODEY. Algues des environs de Falaise. décrites et dessinées. (Mèmoires de la société Academique de Falaise 1835.)

BRÉB. Descr. d. gen. d'alg. = A. DE BREBISSON. Description de deux nouveaux genres d'Algues fluviatiles. (Annales des sciences naturelles. Ser. 3. Tome I. Botanique. Paris 1844.)

BRÉB. Liste Desm. = A. DE BRÉBISSON Liste des Desmidiées, observées en Basse-Normandie. (Mémoires de la Société impériale des sciences naturelles de Cherbourg. Tome 4. Cherbourg 1856.)

BULNH. in Hedwigia. — O. BULNHEIM. Einige Desmidien; Beiträge zur Flora der Desmidieen Sachsens. I, II. (Hedwigia, ein Notitzblatt für kryptogamische Studien, redigirt von L. RABENHORST. B. 2. (1858—63) Dresden 1863).

CLEVE. Bidrag. = P. T. CLEVE. Bidrag till kännedomen om Sveriges sötvattensalger af familjen Desmidieæ. (Öfversigt af Kongl. Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar 1863. Stockholm 1864.)

CLEVE. Monogr. Zygnem. — P. T. CLEVE. Försök till en monografi öfver de svenska arterna af algfamiljen *Zygnemaceæ*. (Nova acta regiæ societatis scientiarum Upsaliensis. Ser. 3. Vol. 6. Upsaliæ 1868.)

CORDA. Alm. d. Carlsb. = A. J. CORDA. Observations sur les Euastrées et les Cosmariées. (Almanach de Carlsbad par JEAN DE CARRO. Carlsbad 1835, 1838, 1840.)

CORNU. Monogr. d. Saprolegn. = M. CORNU. Monographie des Saprolégniées étude physiologique et systématique. (Annales des sciences naturelles. Botanique. Sér. 5. Tome 15. Paris 1872.)

DE BY. Oed. u. Bulb. = A. DE BARY. Ueber die Algengattungen Oedogonium und Bulbochaete. (Abhandlungen der Senkenbergischen Gesellschaft. B. 1. Frankfurt a. M. 1854.)

DE BY. Unters. üb. Conjug. = A. DE BARY. Untersuchungen über die Familie der Conjugaten. Leipzig 1858.

DECAISNE. Class. d. Alg. = J. DECAISNE. Essai sur une classification des Algues et des Polypiers calciféres de Lamouroux. (Annales des sciences naturelles. Sér. 2. Tome 17. Botanique. Paris 1842.)

DE CAND. Rapp. s. Conf. = A. P. DE CANDOLLE. Extrait d'un rapport sur les Conferves, fait à la société philomatique. (Bulletin des sciences par la société philomatique de Paris. Tome 3. Paris 1801.)

DELP. Spec. Desm. = J. B. DELPONTE. Specimen Desmidiacearum subalpinarum. (Memorie della reale Academia delle science di Torino. Ser. 2. Tom. 28,30. Torino 1876, 78.)

DESMAZ. Cr. de France = Plantes cryptogames de France, par J. B. H. J. DESMAZIÈRES. Edit. I. Fasc. 1—44, 1825—51: Edit. II, Fasc. 1—37. 1836—51; Edit. nov. Fasc. 1—16, 1853—60.

DESV. Plant. d'Angers. A. N. DESVAUX. Observations sur les plantes des environs d'Angers. Angers et Paris 1818.

EHRB. Beitr. z. Erk. gr. Organ. = C. G. EHRENBERG. Dritter Beitrag zur Erkenntniss grosser Organisation in der Richtung des kleinsten Raumes. (Abhandlungen der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1831. Berlin 1832.)

EHRB. Entw. d. Infus. — C. G. EHRENBERG. Ueber die Entwickelung und Lebensdauer der Infusionsthiere. (Abhandlungen der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1831. Berlin 1832.)

EHRB. Infus. = C. G. EHRENBERG. Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. Leipzig 1838.

EICHW. Nachtr. z. Infus. = E. EICHWALD. Erster Nachtrag zur Infusorienkunde Russlands. (Bulletin de la société imperiale des naturalistes de Moscou. Tome 20. Moscou 1847.)

FISCH. Beitr. z. Nostoc. = L. FISCHER Beiträge zur Kenntniss der Nostocaceen Bern 1853.

Grun. Diat. u. Desm. = A. Grunow. Ueber die von Herrn Gerstenberger in Rabenhorst's Decaden ausgegebenen Süsswasser- Diatomaceen von der Insel Banka, nebst Untersuchungen über die Gattungen *Ceratoneïs* und *Frustulia*. (Beiträge zur näheren Kenntniss und Verbreitung der Algen. Herausgeg. von L. Rabenhorst. Heft. 2. Leipzig 1865.)

Harv. Man. of Brit. Alg. = W. H. Harvey. A Manual of the British Algæ London 1841.

Hass. Brit. Fr. Alg. = A. Hassall. A History of the British Freshwater Algæ. London 1845.

Hass. Descr. on Freshw. Conf. = A. H. Hassall. Description of British Freshwater Confervæ. mostly new, with observations on some of the Genera. (The Annals and Magazine of Natural History. Vol. 11. London 1843.)

Hass. Obs. on Zygnem. = A. H. Hassall. Observations on the genera *Zygnema*, *Tyndaridea*, *Mougeotia*, with descriptions of new species. (The Annals and Magazine of Natural History. Vol. 10. London 1842.)

Hook. Brit. Fl. = W. J. Hooker. British Flora. Vol. II, Pars 1. London 1853.

Kirchn. Württemb. Alg. = O. Kirchner. Beiträge zur Algenflora von Württemberg. (Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Würtemberg. Jahrg. 36. Stuttgart 1880.)

Kütz. Alg. exsic. = Algarum aquæ dulcis germanicarum. Decas I—XVI. Collegit Fr. T. Kützing. Halis Saxonum 1833—36.

Kütz. Phyc. gener. = Fr. T. Kützing. Phycologia generalis oder Anatomie, Fysiologie und Systemkunde der Tange. Leipzig 1843.

Kütz. Phyc. germ. = Fr. T. Kützing. Phycologia germanica, d. i. Deutschlands Algen in bündigen Beschreibungen. Nordhausen 1845.

Kütz. Spec. Alg. = Fr. T. Kützing. Species Algarum. Lipsiæ 1849.

Kütz. Syn. Diat. = Fr. T. Kützing. Synopsis Diatomarum. (Linnæa. B. 8. Jahrg. 1833. Berlin 1833.)

Kütz. Tab. Phycol. = Fr. T. Kützing. Tabulæ Phycologicæ oder Abbildungen der Tange. Band I—XIX. Nordhausen 1845—69.

L. Syst. = C. Linnei. Systema Natura Ed. 6. Stockholmiæ 1748.

Lagerh. Stockh. Pediastr. = G. Lagerheim. Bidrag till kännedomen om Stockholmstraktens Pediastréer, Protococcacéer och Palmellacéer. (Öfversigt af K. Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar 1882. Stockholm 1882.)

Link. Epist. d. Alg. = H. F. Link. Epistola de Algis aquaticis in genera disponendis. (C. G. Nees ab Esenbeck. Horæ phycicæ berolinenses. Bonnæ 1820.)

Link. Nov. plant. gen. = H. F. Link. Nova plantarum genera e classe Lichenum Algarum Fungorum. (Schrader. Neues Journal für die Botanik. B. 3. Stück 1, 2. Erfurt 1809.)

Lund. Desm. Suec. = P. M. Lundell. De Desmidiaceis quæ in Suecia inventæ sunt, observationes criticæ. (Nova acta reg. soc. scient. Upsal. Ser. 3. Vol. 8. Upsaliæ 1871.)

Lyngb. Hydroph. Dan. = H. C. Lyngbye. Tentamen hydrophytologiæ danicæ. Hafniæ 1819.

Menegh. Cenn. sul. organ. = J. Meneghini. Cenni sulla organografia e fisiologia delle Alghe. (Nouvi saggi dell' J. R. Accademia di scienze lettere ed arti di Padova. Padova 1838.)

Menegh. Nostoc. = J. Meneghini. Monographia Nostochinearum italicarum, addito specimine de Rivulariis. (Memorie della reale Academia delle scienze di Torino. Ser. 2. Tom. 5. Torino 1843.)

Menegh. Syn. Desm. = J. Meneghini. Synopsis Desmidiearum hucusque cognitarum. (Linnæa. Jahrg. 1840. Halle 1840.)

Meyen. Beob. üb. Algenf. = F. J. F. Meyen. Beobachtungen über einige niedere Algenformen. (Nova acta physico-medica Academiæ Cæsareæ Leopoldino-Carolino naturæ curiosorum. Tom. 14. Bonnæ 1829.)

Meyen. Jahresb. 1838. = F. J. F. Meyen Jahresbericht über die Resultate der Arbeiten im Felde der physiologischen Botanik von dem Jahre 1838. (Wiegmann. Archiv fur Naturgeschichte. Jahrg. 1839. B. 2. Berlin 1839.)

Müll. Animalc. Infus. = O. F. Müller Animalcula Infusoria fluviatilia et marina. Havniæ 1786.

Nägl. Gatt. einz. Alg. = C. Nägeli. Gattungen einzelliger Algen. Zürich 1849.

Nägl. Neu. Algens. = C. Nägeli. Die neuern Algensysteme und Versuch zur Begrundung eines eigenes Systems der Algen und Florideen. Neuenburg 1847.

Nitzsch. Beitr. z. Infus. = C. L. Nitzsch. Beitrag zur Infusorienkunde oder Naturbeschreibung der Zerkarien und Bazillarien. (Neue Schriften der naturforschenden Gesellschaft zu Halle. B. 3. Heft 1. Halle 1817.)

Nordst. Alg. Brasil. = O. Nordstedt. Nonnullæ algæ aquæ dulcis brasilienses. (Öfversigt af K. Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar 1877. Stockholm 1877.)

Nordst. Alg. Sandvic. = De algis aquæ dulcis et de Characeis ex insulis Sandvicencibus a Sv. Berggren 1875 reportatis scripsit Otto Nordstedt. (E symbolis societatis physiograficæ Lundensis ad sæcularis celebranda collatis. Lundæ 1878.)

Nordst. Alg. et Char. = O. Nordstedt. De Algis et Characeis. (Acta universitatis Lundensis. Tom. 16. Lundæ 1880.)

Nordst. Desm arct. = O. Nordstedt. Desmidieæ arctoæ. (Öfversigt af K. Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar 1875. Stockholm 1875.)

Nordst. Desm. Brasil. = O. Nordstedt. 18 Fam. Desmidiaceæ. In »J. E. Warming. Symbolæ ad Floram Brasiliæ centralis cognoscendam. Particula quinta». (Videnskabelige Meddelelser fra den naturhistoriske Forening i Kjöbenhavn 1869. Kjöbenhavn 1869.)

Nordst. Desm. Ital. = Desmidieæ et Oedogonieæ ab O. Nordstedt in Italia et Tyrolia collectæ, quas determinaverunt O. Nordstedt et V. Wittrock. (Öfversigt af K. Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar 1876. Stockholm 1876.)

Nordst. Desm. spetsberg. = O. Nordstedt. Desmidiaceæ ex insulis Spetsbergensibus et Beeren Eiland in Expeditionibus annorum 1868 et 1870 suecanis collectæ. (Öfversigt af K. Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar 1872. Stockholm 1872.)

Nordst. Sydl. Norg. Desm. = O. Nordstedt. Bidrag til kännedomen om sydligare Norges Desmidiéer. (Acta universitatis Lundensis. Tom. 9. Lundæ 1873).

Petit. Spirogyra. = P. Petit. Spirogyra des environs de Paris. Paris 1880.

Pringsh. Beitr. z. Morph. d. Alg. = N. Pringsheim. Beiträge zur Morphologie und Systematik der Algen. I, III. (Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. Band I. Berlin 1858. Band 2. Berlin 1860).

Pringsh. Paar. v. Schwärmsp. = N. Pringsheim. Ueber Paarung von Schwärmsporen. (Monatsbericht der Kgl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1869. Berlin 1869).

Pritch. Infus. = A. Pritchard. A History of Infusoria, including the Desmidiaceæ and Diatomaceæ, british and foreign. Fourth Edit. London 1861.

Rab. Alg. exsic. = Die Algen Sachsens, resp. Mitteleuropas. Dec. 1—100. Die Algen Europas Dec. 1—259. Gesammelt und herausgegeben von L. Rabenhorst. Dresden 1850—79.

Rab. Fl. Eur. Alg. — L. Rabenhorst. Flora Europæa Algarum aquæ dulcis et submarinæ. Sectio I—III. Lipsiæ 1864—68.

Rab. Kryptog. Fl. Sachs. = L. Rabenhorst. Kryptogamen-Flora von Sachsen, der Ober Lausitz, Thüringen und Nordböhmen. 1ste Abth. Leipzig 1863.

Ralfs. Brit. Desm. = J. Ralfs. The British Desmidieæ. London 1848.

Ralfs. On Brit. Desm. = J. Ralfs. On the British Desmidieæ. (The Annals and Magazine of natural History. Vol. 14—16. London 1844—45).

Reinsch. Algenfl. = P. Reinsch. Die Algenflora des mittleren Theiles von Franken. Nürnberg 1867.

Reinsch. Contributiones. = P. Reinsch. Contributiones ad Algologiam et Fungologiam. Vol. I. Lipsiæ 1875.

Roth. Cat. bot. = A. G. Roth. Catalecta botanica. Fasc. 1. Lipsiæ 1797.

Roth. Flor. germ. = A. G. Roth. Tentamen Floræ germanicæ. Tom. III. Par. 1. Lipsiæ 1800.

Roth. Neu Beitr. = A. G. Roth. Neue Beiträge zur Botanik. Th. 1. Frankfurt a. M. 1802.

Schrank. Bair. Fl. = F. von Paula Schrank. Baiersche Flora. B. 2. München 1789.

Solms-Laubach. Ueb. Fruchtentw. v. Batrachosp. = H. von Solms-Laubach. Ueber die Fruchtentwickelung von Batrachospermum. (Botanische Zeitung. Jahrg. 25. Leipzig 1867).

Thur. Class. d. Nostoc. = G. Thuret. Essai de Classification des Nostochinées. (Annales des sciences naturelles. Sér. 6. Tome 1. Botanique. Paris. Separ.).

Turp. Apérç. organ. = P. J. F. Turpin. Aperçu organographique sur le nombre deux. (Mémoires du Museum d'histoire naturelle. Tome 16. Paris 1828).

VAUCH. Hist. d. Conf. = J. P. VAUCHER. Histoire des Conferves d'eau douce. Genève 1803.

WALLICH. Desm. = G. C. WALLICH. Descriptions of Desmidiaceæ from Lower Bengal. (The Annals and Magazine of natural History. Ser. 3. Vol. 5. London 1860).

WALZ. Beitr. z. Morph. d. Vauch. = J. WALZ. Beitrag zur Morphologie und Systematik der Gattung VAUCHERIA D. C. (Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. B. 5. Leipzig 1866—67).

WEB. et MOHR. Nat. Reis. = F. WEBER und D. M. H. MOHR. Naturhistorische Reise durch einen Theil Schwedens. Göttingen 1804.

WILLE. Bidr. Norg. Alg. = N. WILLE. Bidrag til Kundskaben om Norges Ferskvandsalger. I. Smaalenenes Chlorophyllophyceer. (Christiania Videnskabsselskabs Forhandlinger 1880. N:o 11. Christiania 1880).

WILLE. *Gongrosira*. = N. WILLE. Om Slægten *Gongrosira* KÜTZ. (Öfversigt af K. Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar, 1883. Stockholm 1883).

WILLE. Hvilecell. h. Conf. = N. WILLE. Om Hvileceller hos *Conferva* (L.) WILLE. (Öfversigt af K. Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar, 1881. Stockholm 1881).

WILLE. Nov. Seml. Alg. = N. WILLE. Ferskvandsalger fra Novaja Semlja samlede af Dr F. KJELLMAN paa NORDENSKIÖLDS Expedition 1875. (Öfversigt af K. Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar, 1879. Stockholm 1879).

WITTR. Devel. of Pithoph. = V. B. WITTROCK. On the development and systematic arrangement of the Pithophoraceæ a new order of Algæ. (Nova acta reg. soc. scient. Upsal. Ser. 3. Vol. extra ordin. edit. Upsala 1878).

WITTR. Disp. Oed. Suec. = V. B. WITTROCK. Dispositio Oedogoniacearum suecicarum. (Öfversigt af K. Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar, 1870. Stockholm 1870).

WITTR. Gotl. Öl. Sötv. Alg. = V. B. WITTROCK. Om Gotlands och Ölands sötvattensalger. (Bihang till K. Vetenskaps-Akademiens Handlingar. B. 1. Stockholm 1872).

WITTR. Monogr. Oedog. = V. B. WITTROCK. Prodromus Monographiæ Oedogoniearum. (Nova acta reg. soc. scient. Upsal. Ser. 3. Vol. 9. Upsaliæ 1874).

WITTR. & NORDST. Alg. exsic. = Algæ aquæ dulcis exsiccatæ præcipue scandinavicæ, quas adjectis algis marinis chlorophyllaceis et phycochromaceis distribuerunt V. B. WITTROCK et O. NORDSTEDT. Fasc. 1—12. Upsaliæ & Holmiæ 1877—83).

WOLLE. Freshw. Alg. = F. WOLLE. Fresh-Water Algæ. IV. (Bulletin of the Torrey Botanical Club. Vol. 9. New York 1882).

WOOD. Freshw. Alg. = H. C. WOOD. A Contribution to the History of the Fresh-Water Algæ of North America. (Smithsonian contributions to knowledge. Vol. 19. Washington 1874).

E. P. WRIGHT. On cell-struct. of Griffithsia. = E. P. WRIGHT. On the Cell-structure of *Griffithsia setacea* (ELLIS), and on the development of its Antheridia and Tetraspores. (The Transactions of the Royal Irish Academy. Vol. 26. Dublin 1879).

E. P. WRIGHT. On Form of Siph. = E. P. WRIGHT. On the Formation of the so-called »Siphons» and on the Development of the Tetraspores in *Polysiphonia*. (Transactions of the Royal Irish Academy. Vol. 26. Dublin 1879).

ZOPF. Morph. d. Spaltpfl. = W. ZOPF. Zur Morphologie der Spaltpflanzen. Leipzig 1882.

Register.

Sid.
Achnanthes bijuga TURP. 10
— obliqua TURP 10
Aphanochæte repens A. BR. 37
Arthrodesmus (EHRB.) ARCH. 18
— obsoletus HANTZSCH 16
— subulatus KÜTZ. form. major NORDST. 18
Bambusina KÜTZ. 24
— Brebissonii KÜTZ. β gracilescens NORDST. 24
Bangia mamillosa LYNGB. 7
Batrachospermeæ 41
Batrachospermum ROTH 41
— Puiggarianum GRUN. 41
Binatella mutica BRÉB. 19
Bulbochæte AG. 41
— crenulata PRINGSH. 41
— intermedia DE BY. 41
Callothricheæ THUR. 28
Chætomorpha KÜTZ. 36
— brachyartra KÜTZ. β urbica (KÜTZ.) RAB. 36
— urbica KÜTZ. 36
Chætophora SCHRANK 37
— pisiformis (ROTH.) AG. 37
Chætophoreæ (HARV.) HASS. 25, 37
Chætophorideæ HARV. 25
Chamaesiphon A. BR. et GRUN. 28
— gracilis RAB. form. elongata 28

Sid.
Characieæ (NÄGL.) WITTR. 11, 30, 45
Characium A. BR. 30
— strictum A. BR. 30
Chlamydomonas EHRB. 30
— pulvisculus (MÜLL.) EHRB. 30
Chlorophyllophyceæ RAB. 10, 29, 45
Chroococceæ NÄGL. 27, 44
Chroococcus NÄGL. 27
— turgidus (KÜTZ.) NÄGL. 27
Chytridium (Phlyctidium) Pandorinæ WILLE 46
Cladophora KÜTZ. 36
— heterocladia KÜTZ. 36
— læte virens (DILLW.) KÜTZ. 37
Closterium NITZSCH 23, 32, 49
— Dianæ EHRB. 23, 32
— Digitus EHRB. 21
— Ehrenbergii MENEGH. 32
— Lagoense NORDST. 23
— Leibleinii KÜTZ. 23, 32. 49
— Lunula (MÜLL.) NITZSCH 32
— moniliferum (BORY) EHRB. 32, 49
— porrectum NORDST. 23
— Pritchardianum ARCH. 49
— Trabecula EHRB. 32
Cœlastrum NÄGL. 11
— cubicum NÄGL. 11
— Nægelii RAB. 11
— sphæricum NÄGL. 11

Sid.
Coleochæte Bréb. ... 26, 41
— scutata Bréb. ... 26, 41
Coleochæteæ Nägl. ... 26, 41
Conferva (L.) Wille ... 35, 51
— bombycina (Ag.) Wille* genuina Wille ... 36, 51
— heterocladia Kütz. ... 36
— læte virens Dillw. ... 37
— limosa Roth. ... 44
— oscillatorioides Ag. ... 25
— setiformis Roth. ... 34
— stagnorum Kütz. ... 35
— stictica Engl. Bot. ... 34
— utriculosa Kütz. ... 36
— zonata Web. et Mohr ... 50
Confervaceæ Wille ... 24, 35, 50
Conferveæ (Ag.) ... 36, 51
Conjugata condensata Vauch. ... 49
— cruciata Vauch. ... 33
— inflata Vauch. ... 50
— pectinata Vauch. ... 33
— porticalis Vauch. ... 49
Conjugatæ de By. ... 12, 30, 46
Cosmarium (Corda) Ralfs 14, 31, 47
— angustatum (Wittr.) Nordst. 16
— antilopæum Bréb. ... 18
— biauritum Nordst. ... 15
— biremum Nordst. ... 16
— Botrytis (Bory) Menegh. 14, 47
— Broomei Thwait. β obliquum Wille ... 14
— commissurale Bréb. β crassum Nordst. ... 14
— concinnum (Rab.) Reinsch ... 31
— — β læve Wille form. major 31
— conspersum Ralfs β attenuatum Nordst. ... 14
— crenatum Ralfs ... 47
— Cucumis Ralfs ... 32
— excavatum Nordst. ... 18
— galeritum Nordst. ... 48
— — β minor Wille ... 48
— geminatum Lund. ... 15
— Glaziovii Wille ... 17
— globosum Bulnh. form. major 17
— —* compressum Wille ... 48
— holmiense Lund. ... 47
— læve Rab. ... 31, 47

Sid.
Cosmarium Lundellii Delp. ... 47
— mamilliferum Nordst. ... 16
— margaritiferum (Turp.) Menegh. β reniforme Ralfs ... 31
— moniliforme (Turp.) Ralfs ... 17
— obsoletum (Hantzsch) Reinsch ... 16
— Phaseolus Bréb. β elevatum Nordst. ... 31
— Portianum Arch. β brasiliense Wille ... 14
— pseudoconnatum Nordst. form. major ... 18
— pseudogranatum Nordst. ... 15
— pseudopyramidatum Lund. form. minor ... 16
— pulcherrimum Nordst. ... 15, 47
— pyramidatum Bréb. ... 47
— quadrifarium Lund. β brasiliense Wille ... 15
— Regnellii Wille ... 16
— reniforme (Ralfs) Arch. ... 31
— sphalerosticum Nordst. β brasiliense Wille ... 15
— subcrenatum Hantzsch. ... 31
— subspeciosum Nordst. ... 15
— trilobulatum Reinsch. ... 16
— truncatum Nordst. ... 16
— Turpinii Bréb. ... 47
Cylindrocystis Menegh. ... 21, 48
Brebissonii Menegh. ... 21, 48
Desmidiaceæ Kütz. ... 12
Desmidieæ (Kütz.) de By. 12, 30, 46
Desmidium Ag. ... 24
— orbiculare Ehrb. ... 48
— quadrangulatum Ralfs ... 24
— quadratum Nordst. β graciliceps Nordst. ... 24
Docidium coronatum Bréb. ... 22
— minutum Ralfs ... 22
Echinella rotata (Grev. ... 12
Enteromorpha Link ... 35
— (?pilifera Kütz.) ... 35
Euastrum (Ehrb.) Ralfs 13, 30, 46
— abruptum Nordst. β evolutum Nordst. ... 13
— ansatum Ehrb. ... 13
— binale (Turp.) Ralfs ... 13

Sid.
Euastrum binale γ angustatum Wittr. 16
— — form. Lagoensis Nordst. 13
— breviceps Nordst. 13
— orbiculare Wallich 47
— spinulosum Delp.** inermius Nordst. form. major 13
— verrucosum Ehrb. β reductum Nordst. 31, 46
Eudorina Ehrb. 46
— elegans Ehrb. 46
Florideæ J. Ag. 41
Gomphosphæria Kütz. 44
— aponina Kütz. 44
Gonium glaucum Ehrb. 27
Glœocystis Nägl. 45
— vesiculosa Nägl. 45
Hapalosiphon fuscescens Bréb.) Kütz. 5
Herposteiron Nägl. 25, 37
— globosa Nordst. 25, 37
— repens (A. Br.) Wittr. 37
Heterocarpella binalis Turp. 13
— Botrytis Bory 14
Lunularia monilifera Bory 32
Lyngbya (Ag.) Thur. 4
— Notarisii (Menegh.) Wille 4
Mazæa Born. et Grun. 7
— rivularioides Born. et Grun. 7
Mesocarpeæ de By. 50
Merismopedium Meyen. 27
— glaucum (Ehrb.) Nägl. 27
Mesotænium Nägl. 49
— chlamydosporum de By. β Archeri (Rab.) Nordst. 49
Micrasterias Ag. 12
— furcata Ralfs 12
— laticeps Nordst. form. major Nordst. 13
— rotata (Grev.) Ralfs. form. depauperata 12
— Tetras Ehrb. 11
Microcoleus Desmaz. 4, 27, 44
— chtonoplastes Thur. 4, 27, 44
Monas pulvisculus Müll. 30
Mougeotia (Ag.) Wittr. 50
Nostoc Vauch. 28, 44
— commune Vauch. 28

Sid.
Nostoc lacustre Kütz. 28
— Zetterstedtii Aresch. form. minor 44
Nostoceæ (Menegh.) Kütz. 28, 44
Nostochineæ Menegh. 28
Nostocopsis Wood 7
— lobatus Wood 7
Oedogoniaceæ Wittr. 25, 39, 51
Oedogonieæ de By. 25, 39, 51
Oedogonium Link 25, 39, 51
— acrosporum de By. 25
— amplum Magn. et Wille 40
— crassum (Hass.) Wittr. 40
— crispum (Hass.) Wittr. 39
— — β Uruguayense Magn. et Wille 39
— cyathigerum Wittr. β ellipticum Magn. et Wille 40
— giganteum Kütz. 41
— Lorentzii Wille 51
Onychonema Wallich 23
— læve Nordst. 23
Oocystis Nägl. 10, 29
— Novæ Semliæ Wille 29
— solitaria Wittr. 10
Ophiocytium Nägl. 11, 45
— cochleare (Eichw.) A. Br. 11
— majus Nägl. 45
Oscillaria Bory 4, 27, 44
— chlorina Kütz. 27
— limosa (Roth.) Ag. 44
Oscillarieæ (Ag.) Fisch. 4, 27. 44
Oscillatorineæ Ag. 4
Palmellaceæ Nägl. 10, 29, 45
Pandorina (Bory) Pringsh. 46
— Morum Müll. 46
Pediastreæ (Nägl.) Wittr. 10, 45
Pediastrum Meyen 11
— muticum Kütz. 11
— Tetras (Ehrb.) Ralfs 11
— vagum Kütz. 11
Penium (Bréb.) de By. 21. 48
— closterioides Ralfs 21
— Digitus (Ehbb.) Bréb. 21
— minutissimum Nordst. form. major 48
— minutum (Ralfs) Cleve 22
— phymatosporum Nordst. 48

Sid.
Penium rectum (Delp.) Wille form. minor 22
Pentasterias margaritacea Ehrb. 20
Phycochromophyceae Rab. 4, 27, 44
Phyllactidium Kütz. 38
— pulchellum Kütz. 38
Phymatodocis Nordst. 24
— alternans Nordst. 24
Pleurococcus Menegh. 29
Pleurococcus pulcher Kirchn. 29
Pleurotænium (Nägl.) Lund. 22, 32
— Archeri Delp. 23
— bidentatum Nordst. 23
— Caldense Nordst. 23
— coronatum (Bréb.) Lund. 22
— coronulatum Grun. β caldense Wille 22
— rectum Delp. 22
— Trabecula (Ehrb.) Nägl. 32
— Warmingii Wille 22
Porphyrosiphon Notarisii Kütz. 4
Polyëdrium Nägl. 11
— tetraëdricum Nägl. β bifurcatum Wille 12
— tetragonum Nägl. β inerme Wille 12
Protococceæ (Menegh.) Wittr. 11
Protococcoideæ Menegh. 11
Protococcus turgidus Kütz. 27
Raphidium Kütz 29, 45
— fasciculatum Kütz. 29, 45
Rhizoclonium Kütz. 36, 51
— calidum Kütz. 36, 51
— interruptum Kütz. 36
Rivularia (Roth.) Thur. 28
— pisiformis Roth. 37
Scenedesmus Meyen. 10. 30, 45
— acutus Meyen. 10
— bijugatus (Turp.) Kütz. 10, 30, 45
— obliquus (Turp.) Kütz. 10, 45
— obtusus Meyen. 10
— quadricauda (Turp.) Bréb. 30, 45
Scytonema (Ag.) Thur. 5, 29
— compactum Ag. 5
— immersum Wood 5
— Notarisii Menegh. 4
— tenuis Kütz. 29
Scytonemeae (Kütz.) Thur. 5, 29

Sid.
Sirogonium sticticum Kütz. 34
Spirodiscus cochlearis Eichw. 11
Spirogyra Link. 33, 49
— catenæformis (Hass.) Kütz. 34
— communis (Hass.) Wittr. 34
— condensata (Vauch.) Kütz 49
— crassa Kütz. 33
— inflata (Vauch.) Rab. 50
— orbicularis (Hass.) Kütz. 33
— porticalis (Vauch.) Clev. 49
— setiformis (Roth) Kütz. 34
— stictica (Engl. Bot.) Wille 34, 50
— tenuissima Hass. form. b. Cleve 50.
— varians (Hass.) Kütz. 34
Staurastrum (Meyen.) Ralfs 19, 48
— brasiliense Nordst. 20
— cosmarioides Nordst. 19
— cuspidatum Bréb. 20
— — β divergens Nordst. 20
— diptilum Nordst. 20
— gemelliparum Nordst. 21
— gracile Ralfs 19
— grallatorium Nordst. 20
— hirsutum (Ehrb.) Bréb. 19
— inaequale Nordst. 21
— leptocladium Nordst. β cornutum Wille. 19
— mamillatum Nordst. 20
Staurastrum margaritaceum (Ehrb.) Menegh. 20
— muticum Bréb. 19
— orbiculare (Ehrb.) Ralfs 48
— parcum Wille 20
— punctulatum Bréb. 19
— quadrangulare Bréb. β alatum Wille 21
— Rotula Nordst. 20
— teliferum form. Lagoensis Wille 19
Staurospermum Kütz. 50
Stigeoclonium Kütz. 37
— irregulare Kütz. 37
Stigonema Ag. 5
— compactum (Ag.) Wille β brasiliense Wille 5
— mamillatum (Lyngb.) Ag. 7
Tessarthronia moniliformis Turp. 17

Sid.
Tetraspora LINK ... 45
— gelatinosa (VAUCH.) DESV. ... 45
Tetrasporeæ (NÄGL.) WITTR. 10, 29, 45
Tolypothrix fuscescens BRÉB. ... 5
Ulva gelatinosa VAUCH. ... 45
Ulvaceæ RAB. ... 35
Ulothricheæ RAB. ... 24, 35, 50
Ulothrix KÜTZ. ... 25, 50
— oscillarina KÜTZ. ... 25, 50
— zonata (WEB. et MOHR) KÜTZ. 50
Vaucheria DE CAND. ... 38, 51
— Arechavaletæ MAGN. et WILLE 39
— geminata WALZ ... 38, 51
— pachyderma WALZ ... 38
— scrobiculata MAGN. et WILLE 38
Vaucheriaceæ J. E. ARESCH. 38, 51
Vaucherieæ DECAIN. ... 38, 51
Vesiculifera crassa HASS. ... 40
— crispa HASS. ... 39

Sid.
Vibrio Lunula MÜLL. ... 32
Volvoceæ (EHRB.) RAB. ... 30, 46
Volvocina EHRB. ... 30
Xanthidium (EHRB.) RALFS ... 18
— antilopæum (BRÉB.) KÜTZ. ... 18
— — form. minor NORDST. ... 18
— cristatum BRÉB. β uncinatum BRÉB. ... 18
— hirsutum EHRB. ... 19
Zygnema (AG.) DE BY. ... 33
— catænæforme HASS. ... 34
— commune HASS. ... 34
— cruciatum (VAUCH.) AG. ... 33
— orbiculare HASS. ... 33
— pectinatum (VAUCH.) AG. ... 33
— tholosporum MAGN. et WILLE 33
— varians HASS. ... 34
Zygnemeæ (MENEGH.) DE BY. 33, 49

Figurforklaring.

Tavl. I.

Fig. 1—19. *Nostocopsis lobatus* WOOD ($\frac{450}{1}$).
» 1. Stykke af et Individ med Akineter (?Heterocyster) visende Grene med töndeformige Celler og Begyndelsen til de Cellerækker, som danne »Coccer».
» 2, 3, 5. Dannelse af ustilkede Akineter (?Heterocyster).
» 4, 8, 9. Intercalære Akineter (?Hetercyster).
» 6, 7. Grendannelse.
» 10, 11, 13. Dannelse af Coccer.
« 12. Enden af en Gren, som skal danne Coccer.
» 14—16. Coccernes Delinger.
» 17—19. Coccerne begynde at vokse ud til nye Individer.
» 20—23. *Stigonema compactum* (AG.) *β brasiliense* n. var. ($\frac{450}{1}$).
» 20. Visende Porerne mellem Cellerne.
» 21. Ung Cellerække befriet fra sin Skede.
» 22. Cellerække i sin Skede seet fra Overfladen.
» 23 a. Hormogonie, som begynder at danne Skede, seet fra Overfladen.
» 23 b. Et Stykke af samme, hvor Cellerne ere trykkede ud; mediant Længdesnit.
» 24 a. b. *Polyëdrium tetraëdricum* NÄGL. *β bifurcatum* n. var. ($\frac{480}{1}$).

Fig. 25 ?*P. tetragonum* Nägl. *β inerme* n. var.; b. samme seet fra Siden efter Diagonalen ($\frac{480}{1}$).
» 26. *Micrasterias rotata* (Grev.) Ralfs form *depuperata* ($\frac{480}{1}$).
» 27. *Euastrum spinulosum* Delp.** *inermius* Nordst. form. *major.* ($\frac{480}{1}$).
» 28. *Cosmarium Broomei* Thwait. *β obliqua* n. var.[1] ($\frac{480}{1}$).
» 29. *C. Portianum* Arch. *β brasiliense* n. var. ($\frac{480}{1}$).
» 30. *C. sphalerosticum* Nordst. *β brasiliense* n. var. ($\frac{480}{1}$).
» 31. *C. quadrifarium* Lund. *β brasiliense* n. var. ($\frac{480}{1}$).
» 32. *C. pseudopyramidatum* Lund. form. *minor* ($\frac{480}{1}$).
» 33. *C. obsoletum* (Hantzsch) Reinsch ($\frac{480}{1}$).
» 34. *C. Regnellii* n. sp. ($\frac{480}{1}$).
» 35. *C. Glaziovii* n. sp. ($\frac{480}{1}$).
» 36. *C. globosum* Bulnh. form. *major* Wille ($\frac{480}{1}$).
» 37. *C. pseudamoenum* n. sp. ($\frac{480}{1}$).
» 38. *Staurastrum teliferum* Ralfs form. *Lagoensis* ($\frac{480}{1}$).
» 39. *S. leptocladium* Nordst. *β cornutum* n. var. ($\frac{480}{1}$).
» 40. *S. parcum* n. sp. ($\frac{480}{1}$).
» 41. *S. quadrangulare* Bréb. *β alatum* n. var. ($\frac{480}{1}$).
» 42. *Penium rectum* (Delp.) form. *minor* ($\frac{480}{1}$).
» 43. *Pleurotænium coronulatum* Grun. *β Caldense* n. var. (a $\frac{260}{1}$, a′ a″ $\frac{480}{1}$).
» 44. *P. Warmingii* n. sp. (a $\frac{160}{1}$, a′ a″ $\frac{480}{1}$).
» 45. *Oedogonium acrosporum* de By. form. ($\frac{480}{1}$).
» 46 ?*Pleurococcus pulcher* Kirchn. ($\frac{480}{1}$).
» 47. *Cosmarium Cucumis* Ralfs form. *monstrosa* n. form. ($\frac{480}{1}$).
» 48. *Pleurotænium Trabecula* (Ehrb.) Nägl. form. *minor* Magn. et Wille n. form. ($\frac{480}{1}$).
» 49–50. *Zygnema tholosporum* Magn. et Wille n. sp.
» 49. Steril Traad ($\frac{480}{1}$).
» 50. Traad med udvoksende Kopulationsvorter ($\frac{260}{1}$).
» 51. Kopulerende Traade med umodne Zygoter ($\frac{260}{1}$).
» 52. Zygote (ikke helt moden) ($\frac{480}{1}$).
» 53. *Spirogyra setiformis* (Roth) Kütz. form. *minor* Magn. et Wille n. form., vegetativ Celle ($\frac{160}{1}$).

Tavl. II.

Fig. 54—56. *Spirogyra setiformis* (Roth.) Kütz. form. *minor* Magn. et Wille n. form. ($\frac{160}{1}$).
» 57—59. *Vaucheria scrobiculata* Magn. et Wille n. sp.
» 57. Oogonie- og antheridiebærende Gren ($\frac{160}{1}$).
» 58. Antheridium ($\frac{260}{1}$).
» 59. Oogonium med Oospore ($\frac{260}{1}$).
» 60—62. *V. Arecharaletæ* Magn. et Wille n. sp. (60 $\frac{160}{1}$, 61, 62, $\frac{260}{1}$).

---

[1] Ved Desmidiefigurerne er a = cellula a fronte visa, b = a latere og c = a vertice visa.

Fig. 63. *Oedogonium crispum* (Hass.) Wittr. β *Uruguayense* Magn. et Wille n. var. ($\frac{480}{1}$).
» 64. *Oe. crassum* Wittr. ($\frac{260}{1}$).
» 65, 66. *Oe. amplum* Magn. et Wille n. sp. ($\frac{160}{1}$).
» 65. Oogoniebærende Traad.
» 66. Antheridiebærende Traad.
» 67. *Oe. cyathigerum* Wittr. β *ellipticum* Magn. et Wille n. var. ($\frac{260}{1}$).
» 68—85. ***Batrachospermum Puiggarianum*** **Grun.**
» 68. **Habitusbillede** ($\frac{5}{1}$).
» 69, 70. **Unge Grene** ($\frac{480}{1}$).
» 71. Schematisk Fremstilling af en ung Grens Celledelinger ($\frac{480}{1}$).
» 72. Schematisk Tværsnit af en ung Gren. Væggenes Fölge betegnes ved Tallene I, II o. s. v.
» 73. Tværsnit af en ældre Gren med udvoksende Sidegren ($\frac{480}{1}$).
» 74. **Barklaget begynder at dannes** ($\frac{480}{1}$).
» 75. **Barkribbe af et ældre Internodium** ($\frac{480}{1}$).
» 76. Et ikke ganske mediant Længdesnit gjennem en Krands ($\frac{480}{1}$).
» 77. Antheridiebærende Gren ($\frac{260}{1}$).
» 78. **Gjennemvokset Antheridium** ($\frac{480}{1}$).
» 79. **Ung Gren med unge Trichophorer** ($\frac{480}{1}$).
» 80—82. Ubefrugtede Trichophorer ($\frac{480}{1}$).
» 83. Spermatie kopulerende med Trichogynen ($\frac{480}{1}$).
» 84. Flere Spermatier kopulerende med en Trichogyne ($\frac{480}{1}$).
» 85. Förste Celledeling efter Befrugtningen ($\frac{480}{1}$).
» 86. *Pandorina Morum* Müll. med *Chytridium Pandorinæ* n. sp. ($\frac{480}{1}$).
» 87. *Cosmarium galeritum* Nordst. form. *minor* ($\frac{480}{1}$).
» 88. *C. globosum* Bulnh. * *compressum* Wille form. *major* ($\frac{480}{1}$).

Tavl. III.

Fig. 89. *Cosmarium Lundellii* Delp. form. Wittr. & Nordst. ($\frac{480}{1}$).
» 90 ?*Penium phymatosporum* Nordst. form. ($\frac{480}{1}$).
» 91. *P. minutissimum* Nordst.
» 92. *Mesotaenium chlamydosporum* de By. β *Archeri* (Rab.) Nordst. form. ($\frac{480}{1}$).
» 93. *Closterium Leibleinii* Kütz. form. ($\frac{480}{1}$).
» 94, 95. *Spirogyra condensata* (Vauch.) Kütz. form. (94 $\frac{260}{1}$, 95 $\frac{480}{1}$).
» 96—99. *Ulothrix oscillarina* Kütz. ($\frac{480}{1}$).
» 99—101. *Oedogonium Lorentzii* n. sp. (99 $\frac{480}{1}$. 100, 101 $\frac{260}{1}$).

◆

Europe dania que dicitur dannemarchia vel dacia.

Dannemarchia que et dania dicitur in tres divisa est partes Skaniam vel Skandmariam sive Skandinaviam · Halsingram et Iutiam · Iutia enim que est Chimbrorum chersonesus dicebatur, fines habet ab occidente Germanicum Oceanum iuxta litoris descripcionem hanc Post albim fluvium

Ripis	32		56	50
Vendesusel	31		58	20
Salinghesusel	31	40	58	21
Skagen	39		58	17
Pars que eius maris septentrionalis est	40		59	

Ab oriente tangitur mari baltico secundum descripcionem hanc

Vibingh	40	30		49
Arus	40	20		24
Kaldingh	39	40		14
Veldsbus	39	30		
Obersina	38	20		30
Flenseborgh	38			14
Slesuigh	36	30		24
Eghernefiordh	37			
Pfone	36	40	56	40
Kil civitas	36		56	30
Civitas				
Train fluvii ostia	31		56	

Insule vero adiacent in baltico quod mari pheonia que maxima earum est et continetur sic

Medelphar porta	39	50	57	50
Agarnes promotorium	40	10	57	50
Bogens villa	40	10	57	50
Ellenose fines	40	10	57	40
Amstholm promotorium	40	50	57	50
Niborg portus	41	10	57	57
Hulmborg portus	41	10	57	50

Europe dania que dicitur

Agernake villa 40 50 57 15

Asnes villa portus 39 50 57 30

Vocatur autem et hec pars Olidhoms insula vni cum mediterranea
ciuitas eius Ottonia vel Odhenzhoy in Odhoms insula / tenet
ipsius occidentalia vuczellinghi / Skoginghi et fogellinghi ·
Orientalia vinigh · meridionalia Balinghi in qua parte est Balinga
patria villi Claudii clauii Suartzhomis melius pet tuthois
fili et Margarete ingredens cunke osce strangomis vinnigh
gentis pau istitz pnciu acroiz pls in gradibus 40 · 57 30
et septentrionalia eius tenet Skoglinghi · media autem tenent
Odhomghi 40 5 57 30

Terra autem habet insula sunt plures parue insule et magne decenter
subconsequenti descriptione in eodem mari Baltico

Thelm insula 40 10 58 10

Alsse insula 39 · 57 20

Hrvde insula 39 10 57 30

Thasindh insula 41 · 57 10

Lanidh eius septentrionalia 41 50 57 30

Et ipsius meridionalia 41 30 56 40

Sprone deserta 42 · 57 30

Lalandia insula eius occidentalia. 43 · 57

Et eius orientalia 43 · 57

Ite adiacente Eghernesfiordh in mari appellato thiobierghbeck est
Fremerem insula 37 30 56 55

Et illius parua insula 39 · 56 50

Citra Kalindhie / Latera kallindbie que contiguast Norwegie
in lotthe in x promotorium stauroteis cuius sunt gradus 36 · 61 40
et protensa linea obliquo loco usque ad medium regnis

Varus suecie in situ eius gradus sunt 46 10 66

Sub meridionalia quam iuxta spectat roccano alius sic describitur partis stau
toteris promotorium / Nossflotentas 37 15 61 50

Olani villa 38 50 61 10

Dannemarchia vel dacia.

Somerzham portus	20	60		
Lodese ciuitas	21	60	30	
Hamer ciuitas	23	60	10	
Stokholm	22	60	10	
Sitq scanie meridionalis lateris descriptio in ore freti ubi capiuntur allecia				
Helsingborgh	25		59	
Tirkstadh	26	30	58	40
Ellebu portus	27	4	58	20
Skanor portus	27	10	58	20
Falsterbode	28		50	20
Abenretesie describitur ysthedh villa	40		59	
Ab hac ciuitate Dueb usque ad medium lateris predicte regionis Scanie per lineam extensam terminatur insidium regionis danorum in clusime. Instama ville mediterranee hec sunt. Lundis ciuitas	29	20	59	30
Madhskerue	29		51	
Insule adiacet halandie Tuinsbergh insula	37	30	61	20
Trendel pra	20	20	59	20
Vdhesszamn	22	40	58	40
holmz insula	22		60	
Sellandia que a mare mario sic appellata in Oresundh sic situata describitur				
Slaghlosia non longe a mari cinq gradus sunt	23		58	
Ulestnedh	22		57	20
Vardhighburgh	21		57	20
Kryne portus	25	30	57	30
Kalbingh portus	20		58	
Helsinghor	25		58	20
Holbek	22	20	58	30
Mediterranea eius ciuitas est Roskildh	25		58	
Soror abbatia hic sepeliuntur Reges dannie	22	20	57	40
Essieron abbatia	22	20	57	30
Insula falster	20		57	20
Mone insula	27		58	

Europe Suessia que est Gothia.

Dragsior prima	40		58	5
Bornholm	49	5	58	40
Suenaq olim Gothia e dta inmos sit ab occasu pfatu dacie lacu et oriente Norwegie exead pte usq septene usq ad situ cuius gradus sit	51		71	
Post eius meridionalis littoris quod extenditur in sarmaticu occeano cuius descriptio habetur cum pus ysteadis Que est ciuitas	52		60	
Halmarn ciuitas	59		60	40
Strengenes ciuitas	57		62	
Arus ciuitas	60		62	40
Castrum wibor et insula	61	30	62	40
Post eius aten in mari geto extenditur hoc modo per eius fines maris atenles Norwegie et Suecie pdcas prima eius extensio usq orientem gradus habet	58		70	40
Post extensionem prima extensio	56		70	
Dalinsfly ost.	57		68	
Cum deinde sub ...	50		71	
Nunc ad ortum flectitur in ostio occidentali rabi flu	60		67	
Ostium orientale rasis flumin	62		67	
Alerius flumin	61		66	
Est et Wismighi lacus magnus et dulcis in gothis	51		62	30
Et ...one lacus ne eiusdem magnitudinis in gabini	51		66	30

Medie ne ciuitates in hoc regno sunt hec

Upsale

Skare

Lynckobingh

Wesgode

Strengenes

Dugard

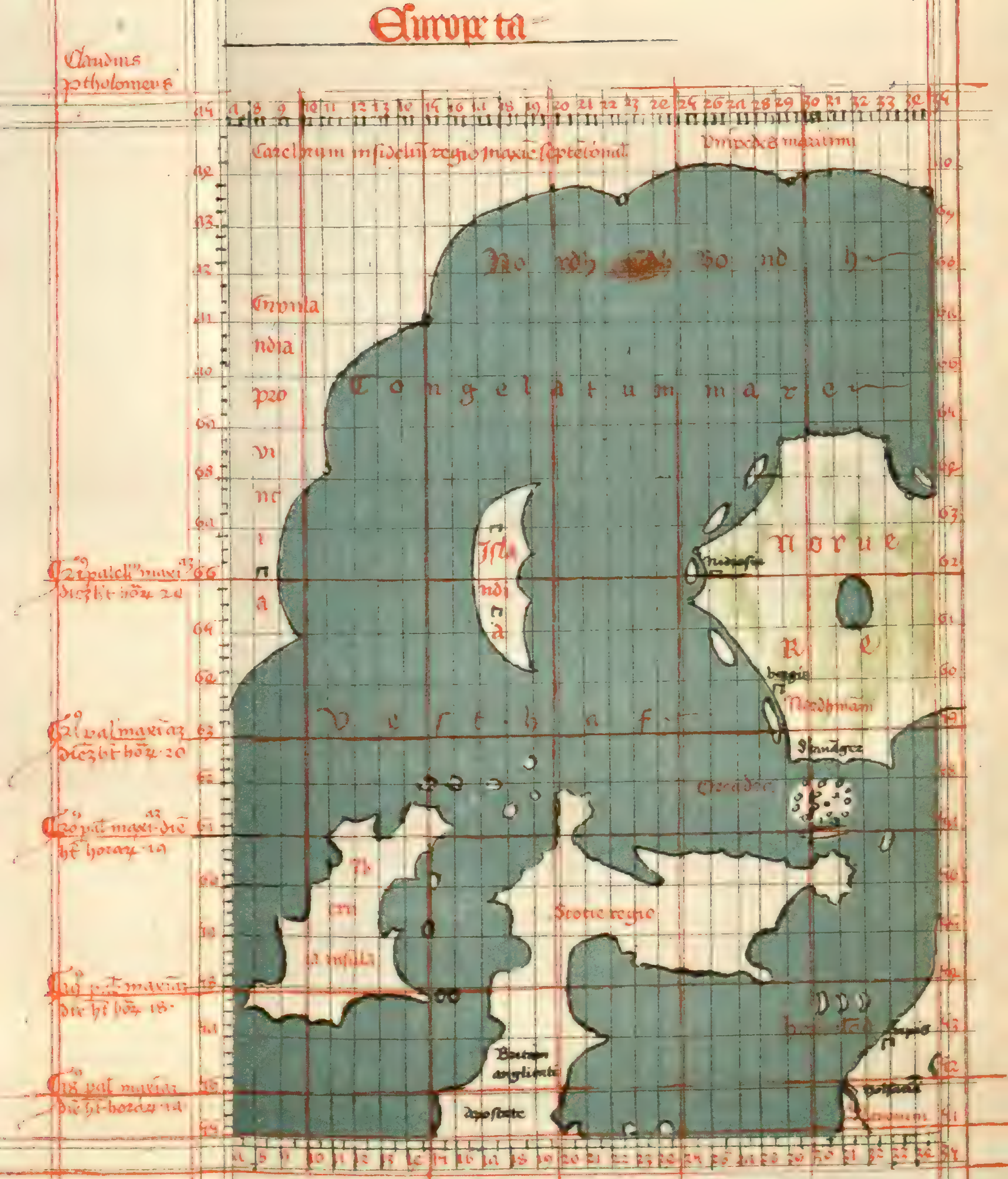
Werson

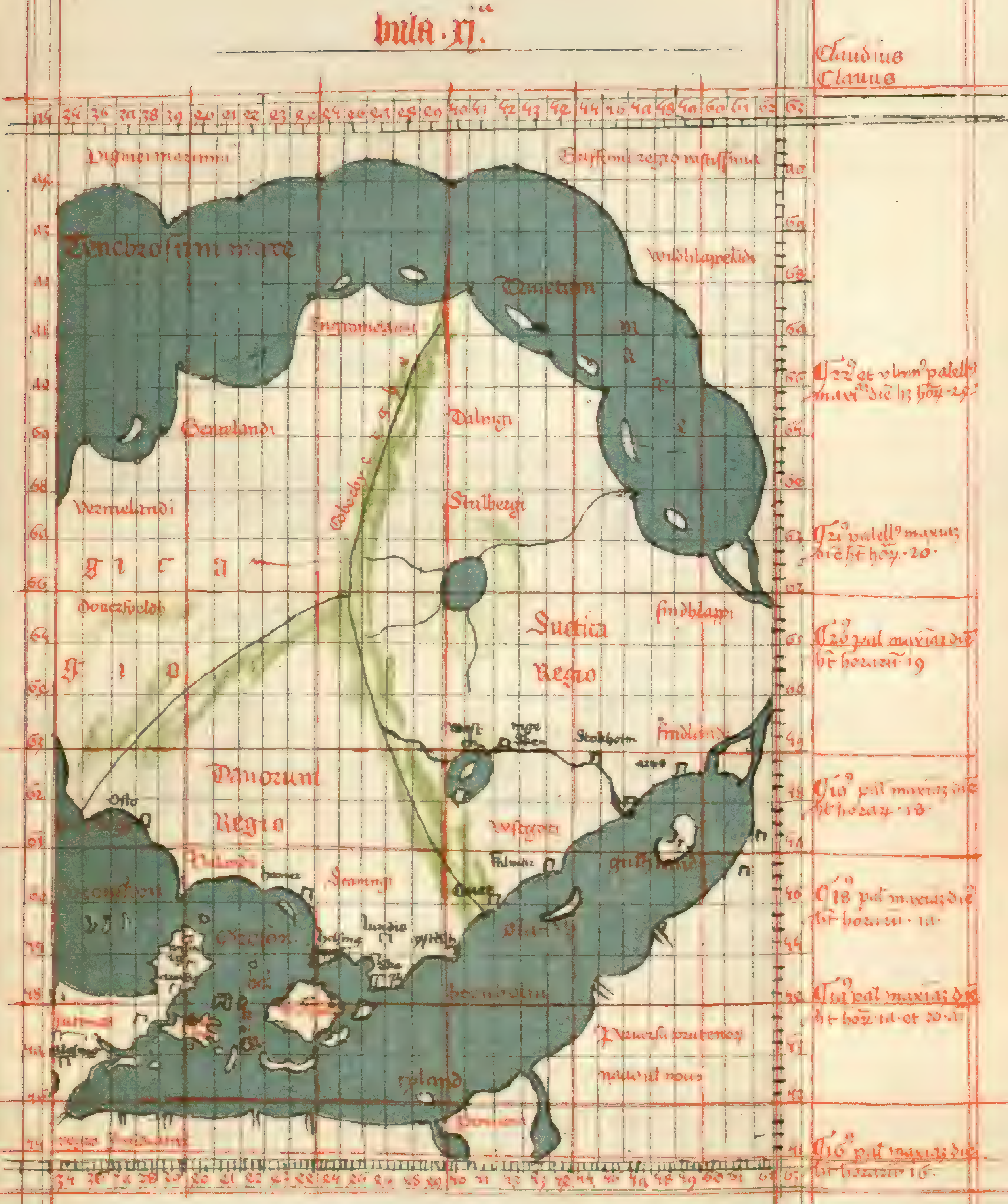
Abo

Tenet autem eius atenlia Dalingi

Europe Norvegia.

Stalbergi zupig orientaliter finnlappi silnegstrek et fin				
nones et meridionaliter vestgoti Insule adiacent Suecie				
In occeano quod est sarmaticus Gotland insula Et				
ulla terra visby	49		67	
Oland insula	44		60	
In mari quod dicitur occeano quatuor insule quarum prima	43		71	20
gradus est	44	30	70	20
Secunda vero gradus est	47		69	
Et tertia gradus est	49		72	30
Quarta vero et ultima gradus est				
Norvegie situs				
Regio eius que usque medietatem in occeano denadomo				
sic se habet Post starredeis promontorium				
Liste sinus	34		63	30
Corsham portus	33		62	30
Stavanger civitas	29		62	30
Occidentale eius latus sic describitur	29		64	
Bergen civitas	24		64	
Ultimum regni promontorium	25	30	66	20
Nidrosia metropolis	26		66	
Promontorium quod subsequitur	25		68	30
Septentrionale latus describitur sic secundum post primum promontorium				
in nordmerchebosind	29		68	
Item secundum	33		68	20
et eius sinus	36		67	20
Item tertium	35		69	
et eius sinus	38		68	20
Item quartum	39	30	70	24
et eius sinus	43		70	
Item quintum	44		71	
et eius sinus ultimus	47		71	
Est a latere penarz in norvegia istud	32		63	30


Europe ta
Claudius ptholomeus
Carelorum infidelium regio maxime septentrionalis
Vmpedes maritimi
Nordh bond h
Engronlandia provincia
Congelatum mare
Islandia
Norue
Re
Nidrosia
bergis
Nordhmani
Stavanger
Orcades
Scotie regio
Hibernia insula
Bretan anglicorum
Vesthaf
dies habet horas 20
dies habet horas 19
dies habet horas 18
66
63
61
58
55
62
61
60
59

bula · XI ·
Claudius
Clauus
Pigmei maritimi
Tenebrosissimi mare
Ingronelandi
Dalingi
Stalbergi
Gentelandi
Vermelandi
Douerfieldi
Suetica
Regio
Danorum
Regio
Oslo
Stokholm
Findlandi
Findblappi
Wildhlappelidi
Westgoti
Gutlandi
Kalmarn
Scania
Lundis
Olandi
Bornholm
Pruteno
Rusland
Prussia Pruteno

Insule adiacent Norwegie hee. Islandia cuius hec
descripcio: eius quod magis aquilonare est promontorium 19 10 67 10
Quod inde^19 65 30 sequitur in illo est vicinius sequens 19 65 30
Quod autem magis meridionale est 19 64
Et quod in dorso eius est usque occidentem gradum habet 17 66
Et aliud iam predictum sequens promontorium in eadem parte 67
Sunt autem in hac insula ecclesie cathedrales hee
Hollensis 18 64 20
Scalotensis 18 67
Habitant enim insulam eam omnes fere gentes pauperes albi et ipsi
admodum feram comedunt pisces exiccatos. Ferrense insule
que singule nascuntur ferme et numquam macrescunt 22 65 10
Fare 22 10 68
Sumersham insula in qua sanctus Olaus rex et martir de-
bellabat fratrem suum infidelem invisibili adiutorio dei quod
ocellis indesse fuerat 24 30 65 10
Ladekorn insula 26 30 64 30
Trunchem insula 30 66
In sinu primo et secundo promontorio sunt due insule prima que est 26 30 67
Secunda est in gradibus 28 68
In secundo sinu est insula in gradibus 34 30 68
In tertio sinu est insula in gradibus 38 69
Et in quarto sinu est insula in gradibus 43 30 70 30
In quinto sinu est et insula posita 46 71
Et in ultimo sinu est insula in gradibus 48 30 72
Gronlandie situs principium eius maxime meridionale gradus habet 6 65 14
Primum eius promontorium 10 64
Secundum eius promontorium 11 68
Tertium eius promontorium 14 71
Ab hoc autem promontorio usque orientem extenditur patria usque
Russiam usque in Russland exclusive. Tenent autem aquilonaria eius
carelli infideles qui nunc cotidie sub polo aquilonari usque ultra
veniunt ultra polum nobis aquilonare est eis meridionale gradibus 80
Sat patentes ; geographia claudius

BIHANG TILL K. SVENSKA VET.-AKAD. HANDLINGAR. Band. 8. N:o 19.

UN NOUVEAU GÉOTHERMOMÈTRE

PAR

KNUT ÅNGSTRÖM.

AVEC UNE PLANCHE.

NOTE PRÉSENTÉE A L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES DE SUÈDE
LE 10 OCTOBRE 1883.

STOCKHOLM, 1884.
KONGL. BOKTRYCKERIET.
P. A. NORSTEDT & SÖNER.

C'était surtout entre 1830—1840 que l'on commençait à s'intéresser aux variations de la température dans les couches supérieures de la terre. Toutefois à cause des méthodes coûteuses, les recherches devaient se restraindre à certaines places où l'on faisait des séries d'observations complètes. Mais comme il importait de pouvoir faire de telles observations à un grand nombre de places, il devenait nécessaire d'en trouver des méthodes plus simples. Pour subvenir à ce besoin et faire entrer les observations sur la température terrestre parmi les autres observations de nos stations météorologiques, M. H.-E. HAMBERG construisit son géothermomètre, en prenant pour base le principe déjà appliqué par M. LAMONT qui s'était servi d'un thermomètre mobile. Cet appareil décrit par M. HAMBERG dans son article »Un nouveau géothermomètre», [1]) se compose principalement d'un cylindre de cuivre renfermé dans une armature de bois et s'enfonçant dans le sol; l'ouverture en est protégée par un couvercle qui peut se fermer, et en bas il est muni d'un petit réservoir de fer isolé du cylindre par un court tube de verre prévenant l'échange du calorique. Le thermomètre lui-même est enfoncé avec sa boule dans le mercure contenu dans le réservoir et la partie supérieure en est munie d'un étui de bois qui barre la partie inférieure du cylindre. Au moyen d'une ficelle on retire le thermomètre à chaque observation. Cet appareil est donc très simple, peu coûteux et facile à manier, et à cet égard il présente de grands avantages sur tout autre géothermomètre. Mais peut-on s'y fier? En effet, l'échange de chaleur produit par l'air qui circule dans le cylindre ouvert, surtout quand on retire le thermomètre pour le lire, doit nécessairement influer sur les résultats. Cette influence est-elle assez légère pour qu'on puisse la négliger? Voilà une question dont la résolution exige une expérience. Cependant celle qu'a faite M. **HAMBERG**, ne paraît guère être satisfaisante. Il enfonçait la partie inférieure de l'appareil dans de la neige fondante, tandis que la partie supérieure était entourée d'air à la température de la chambre. Le thermomètre montrait 0° à 0°,1 près. Mais dans cette expérience, la chaleur transmise à l'extrémité inférieure du thermomètre a apparemment été absorbée par la fusion de la neige, et par conséquent la température du milieu est restée constante. Cette expérience ne montre donc nullement quel résultat le thermomètre aurait donné, si l'extrémité inférieure de l'appareil avait été, comme elle l'est en application, entourée d'un mauvais conducteur échauffé peu à peu et n'envoyant que lentement la chaleur absorbée. A cause des grands avantages pratiques de ce thermomètre, il nous paraît à propos d'examiner de près la certitude qu'il pourra procurer, d'autant plus qu'il est généralement employé à nos stations météorologiques. Dans ce but et puisqu'il n'y a pas eu jusqu'ici un thermomètre normal destiné aux observations de la température de la terre, M. H.-H. **HILDEBRANDSSON** nous a engagé à faire, pour l'Observatoire Météorologique d'Upsala, un géothermomètre d'après une construction que nous lui avions déjà proposée. Voici une courte description de cet instrument et le résultat d'une série d'observations faites avec les deux thermomètres. Nous sommes heureux de pouvoir constater que, outre d'autres avantages, l'instrument de M. **HAMBERG** remplit suffisamment bien son but au point de vue de la certitude.

---

[1]) Bihang till K. Svenska Vet. Akad. Handlingar. Band 6. N:o 17.

Il est aisé de voir, à l'inspection de la planche (fig. schématique 1), le principe sur lequel se base la construction du nouveau thermomètre. Il est ouvert et le tube en est entouré d'un cylindre de verre *BC* plus large et deux fois plus long que celui-ci, auquel il est mastiqué à *B*. A l'extrémité supérieure, ce cylindre est muni d'une garniture métallique *C* trouée de manière à laisser libre passage à une barre métallique *DF* qui toutefois ne peut être élevée que jusqu'à une certaine hauteur déterminée par un bouton *F*; ce bouton est attaché à l'extrémité inférieure de la barre et trop gros pour pouvoir passer le trou à *C*. La barre *DF* est prolongée au-dessous du bouton par un fil d'acier très mince *FO* qui descend jusque dans le tube ouvert du thermomètre. Laissons de côté pour le moment les dilatations que la température pourra produire dans le cylindre de verre et le fil d'acier. Il est évident que la pointe du fil, chaque fois qu'on élève la barre aussi haut que possible c'est-à-dire jusqu'à ce que le bouton *F* se trouve à *C*, a une position complètement fixe dans le tube capillaire du thermomètre, position qui coïncide avec la température la plus élevée pour laquelle puisse s'employer notre thermomètre.

La gradation du thermomètre est inscrite à une échelle mobile de sorte que, pour le lire, on n'a qu'à appliquer cette échelle de manière qu'un index se trouvant à un point quelconque de la barre ou de son prolongement indique sur l'échelle le maximum du thermomètre. Puis on abaisse la barre au moyen d'un pignon jusqu'à ce que la pointe du fil d'acier soit en contact avec le sommet du mercure; le moment de contact peut être indiqué, par un courant électrique. Pour trouver la température cherchée, on n'a qu'à observer la place indiquée par l'index sur l'échelle, qui pendant toute cette opération a gardé sa première place.

Un des avantages que présente cette méthode comparée aux autres, consiste en ce qu'on n'a jamais besoin de corriger les observations. S'il y a quelques parties de l'instrument qui puissent, par leurs dilatations, exercer une influence perturbatrice aux indications du thermomètre, ce serait le fil d'acier, l'échelle et le cylindre de verre entourant le tube du thermomètre. La dilatation de la barre *DF* au-dessus du bouton *F* ne peut apparemment pas influencer les résultats. Or le cylindre de verre et le fil d'acier étant relativement courts, en même temps que la différence de température entre ces parties et la boule du thermomètre est peu considérable, puis la gradation étant faite à l'aide de comparaisons, il est clair que les dilatations ont très peu de conséquence; du reste elles doivent se compenser, puisqu'elles ont des directions contraires et que la longueur du tube de verre et celle du fil d'acier sont à peu près en raison inverse de leurs dilatations de température. Ainsi les calculs que nous avons faits, ont démontré que la temperature ne fait varier que peu la position de l'extrémité du fil d'acier remonté aussi haut que possible. Cette variation est, pour le thermomètre dont nous nous sommes servi, inférieure à 0,0016 mm., nombre obtenu pour une différence de 2° entre les deux extrémités du cylindre de verre et qui peut être tout à fait négligé.

Quant aux détails nous renvoyons le lecteur aux figures 2 et 3 et à l'explication qui les accompagne. A l'aide de ces figures nous allons rendre compte de la manière dont on fait les observations avec notre instrument. Entre *A* et A_1 (fig. 2) on interpose une petite pile à bouteille de Grenet. L'échelle *GG'*, qui peut glisser un peu avec frottement sous les ressorts *H* et H_1, est abaissée. La tige à crémaillère *DD'* également abaissée un peu au commencement de l'observation est élevée autant que possible; par là le butoir *L* attaché à la tige à crémaillère saisit le bouton *K* sortant de l'échelle, de sorte que celle-ci obtient la place voulue. Ainsi l'appareil *M* — deux fils tendus l'un derrière l'autre sur une fourchette dans le plan horizontal et dont on observe la position par rapport à l'échelle — indique la température qui correspond à la position la plus élevée du fil d'acier *FO* (fig. 3). Puis on abaisse la tige, et dès que l'extrémité inférieure du fil d'acier est en contact avec le sommet du mercure, le courant électrique en se fermant passe d'*A* (fig. 2) par l'électro-aimant *R* et le ressort *S* à la tige *DD'E* et de là par le thermomètre et l'armature à l'autre pôle *A*. L'électro-aimant *R* attire l'arrêt *T* qui, engrenant sur la roue dentée *U*, arrête la baisse de la tige. L'observation faite, cette tige est ramenée à sa première position.

Toutefois si l'interruption du courant se faisait dans le tube du thermomètre, le ménisque se détruirait bientôt, ce qu'il faut éviter. C'est pourquoi le pignon est ainsi construit que, quand on le met en mouvement en sens inverse, il tourne un peu tout seul avant d'élever la tige à crémaillère. Ainsi le bras isolé *P* tournant à frottement autour de l'axe du pignon *N* est élevé, et le courant est interrompu dans le godet à mercure *Q*.

On a voulu obtenir une certitude de 0°05 avec cet instrument. Dans l'instrument employé dans nos expériences, une dent de la roue dentée correspond à un abaissement de la tige à crémaillère = 0°05. L'échelle est en os, couverte de vernis et divisée depuis — 3° jusqu'à 20°5 en 0°1, chacune de ces parties équivalant à 0,7 mm. La sensibilité du thermomètre s'est trouvée satisfaisante. Enfoncé dans un bain d'eau de + 10°, le thermomètre descendait après 5 minutes à une température fixe.

Dans la dernière moitié du mois de mai de cette année, le nouveau thermomètre était enfoncé dans le sol jusqu'à 1 m. de profondeur tout près d'un thermomètre de HAMBERG, placé à la même profondeur. Les observations faites à 8^{h} a. m. avec les deux instruments ont été journellement continuées à une petite interruption près. Le tableau suivant en montre les résultats. (H = thermomètre de M. HAMBERG; Å = le nouveau thermomètre.)

Tableau.

Dates.	H.	Å.	Diff.		Dates.	H.	Å.	Diff.	
	0,95^{m}	1^{m}	Observée.	Calculée.		0,95^{m}	1^{m}	Observée.	Calculée.
Mai.					Juin.				
22	6,8	6,4	0,4	0,4	16	10,6	10,1	0,5	0,6
23	6,7	6,3	0,4	0,4	17	10,7	10,2	0,5	0,6
24	6,8	6,4	0,4	0,4	18	10,9	10,4	0,5	0,6
25	6,9	6,5	0,4	0,4	19	11,0	10,5	0,5	0,6
26	7,1	6,7	0,4	0,5	20	11,1	10,6	0,5	0,7
27	7,3	6,9	0,4	0,5	21	11,2	10,7	0,5	0,7
28	7,4	7,0	0,4	0,5	22	11,4	10,8	0,6	0,7
29	7,6	7,2	0,4	0,5	23	11,4	10,9	0,5	0,7
30	7,8	7,4	0,4	0,5	24	11,5	11,0	0,5	0,6
31	8,0	7,6	0,4	0,5	25	11,6	11,1	0,5	0,6
Juin.					26	11,6	11,1	0,5	0,6
1	8,3	7,9	0,4	0,5	27	11,7	11,2	0,5	0,6
2	8,6	8,2	0,4	0,5	28	11,8	11,3	0,5	0,6
3	9,0	8,5	0,5	0,5	29	11,9	11,4	0,5	0,6
4	9,3	8,8	0,5	0,5	30	12,1	11,5	0,6	0,6
5	9,5	9,0	0,5	0,5	Juillet.				
6	9,7	9,2	0,5	0,5	1	12,4	11,75	0,65	0,6
7	9,8	9,3	0,5	0,5	2	12,6	12,0	0,6	0,6
8	9,8	9,3	0,5	0,5	3	13,0	12,2	0,8	0,6
9	9,8	9,3	0,5	0,5	4	13,2	12,5	0,7	0,5
10	9,7	9,3	0,4	0,6	5	13,4	12,7	0,7	0,5
11	10,0	9,5	0,5	0,6	6	13,6	12,9	0,7	0,5
12	10,1	9,7	0,4	0,6	7	13,8	13,1	0,7	0,5
13	10,2	9,7	0,5	0,6	8	13,8	13,2	0,6	0,5
14	10,2	9,8	0,4	0,6	9	13,9	13,3	0,6	0,5
15	10,4	9,8	0,6	0,6	10	14,0	13,3	0,7	0,5

Dates.	H.	Å.	Diff.		Dates.	H.	Å.	Diff.	
	$0{,}95^{\mathrm{m}}$	1^{m}	Observée.	Calculée.		$0{,}95^{\mathrm{m}}$	1^{m}	Observée.	Calculée.
Juillet.					Sept.				
11	14,0	13,3	0,7	0,5	15	12,5	12,3	0,2	0,1
12	14,0	13.4	0,6	0,5	16	12,5	12,3	0,2	0,1
13	14,1	13,4	0,7	0,5	17	12,4	12,3	0,1	0.1
14	14,1	13,5	0,6	0,5	18	12,4	12,3	0,1	0,1
15	14.1	13,5	0,6	0,5	19	12,3	12,2	0,1	0,1
16	14,1	13,5	0,6	0,5	20	12,3	12,2	0,1	0,0
17	14,0	13,5	0,5	0,5	21	12,1	12,1	0,0	0,0
18	14,0	13,5	0,5	0,5	22	11,9	11,9	0,0	0,0
19	14,0	13,5	0,5	0,5	23	11,8	11,9	—0,1	0,0
20	14,0	13,5	0,5	0,5	24	11,5	11,6	—0,1	0,0
21	13,9	13,4	0,5	0,5	25	11,2	11,3	—0,1	0,0
22	13,9	13,4	0,5	0,5	26	11,0	11,1	—0,1	—0,1
23	13,9	13,4	0,5	0,5	27	10,8	11,0	—0,2	—0,1
24	13,9	13,4	0,5	0,5	28	10,6	10,7	—0,1	—0,1
25	14,0	13,5	0,5	0,5	29	10,5	10,6	—0,1	—0,1
26	14,1	13,6	0,5	0,5	30	10,4	10,5	—0,1	—0,1
27	14,1	13,5	0,6	0,5	Oct.				
28	14,2	13,6	0,6	0,5	1	10,4	10,5	—0,1	—0,1
29	14,1	13,5	0,6	0,5	2	10,4	10,5	—0,1	—0.1
30	14,0	13,5	0,5	0,5	3	10,4	10,5	—0,1	—0,1
					4	10,3	10,4	—0,1	—0,2

Comme on le voit, à l'inspection de ce tableau, une différence considérable entre les résultats donnés par les deux thermomètres a été remarquée dès les premières observations, différence qui remonte jusqu'à 0°5. Cependant il se montrait que cette différence était constante pendant un certain temps et indépendante des changements accidentels dans la température de l'air, de sorte qu'on était obligé d'examiner de près la profondeur du thermomètre de **Hambeeg**. En effet il se trouvait que, sans doute par le dégel de la terre, cet instrument s'était élevé de 0,05 m. dans le cours des années, de sorte que la profondeur n'en était que 0,95 m.[1]) A l'aide des observations sur la température de la terre à Upsala, qui embrassent un temps de huit ans et qui forment la base d'un article de A.-J. **Ångström** »Mémoire sur la température de la terre», [1]) nous avons construit les courbes de température pour 1 m. et 0,95 m. de profondeur. Grâce à ces courbes nous avons trouvé avec assez d'exactitude la différence de température pour ces profondeurs à de différentes saisons. Cette différence se trouve calculée dans la colonne N:o 5 du tableau.

---

[1]) On voit par là comme il est nécessaire d'examiner de temps en temps la profondeur d'un géothermomètre pour éviter des erreurs désagréables.

Une comparaison des colonnes N^{os} 4 et 5 fait voir que les deux instruments s'accordent suffisamment (à 0°1 près) et atteste l'exactitude suffisante du thermomètre de M. **Hamberg** pour les observations météorologiques.

Le thermomètre que nous avons employé, a été fait par M. C.-O. **Åderman** à Stockholm, l'armature par M. J.-L. **Rose** à Upsala. Pour la gradation et la vérification de l'instrument l'auteur s'est servi des ressources de l'Institution Physique d'Upsala, et il tient à en exprimer toute sa gratitude.

---

[1]) Acta Reg. Soc. Upsal. 1851.

Légende des figures.

Fig. 1.	Figure schématique.
» 2.	La partie du thermomètre qui est au-dessus de la surface du sol.
DD'.	Tige à crémaillère.
E.	Prolongement de la tige à crémaillère.
GG'.	Echelle.
N.	Pignon de la tige à crémaillère.
U.	Roue édentée.
R.	Electro-aimant.
S.	Arrêt.
Q.	Godet à mercure.
P.	Interrupteur, bras isolé, tournant à frottement autour de l'axe du pignon *N*.
K.	Boutoir fixé a l'échelle.
L.	Boutoir fixé a la tige à crémaillère.
M.	Fourchette avec fils tendus.
H. *H'*. *S*.	Ressorts.
Fig. 3.	La partie inférieure du thermomètre.
E'.	Prolongement de la tige à crémaillère.
C.	Garniture métallique.
F.	Bouton.
FO.	Fil d'acier couvert de nickel.

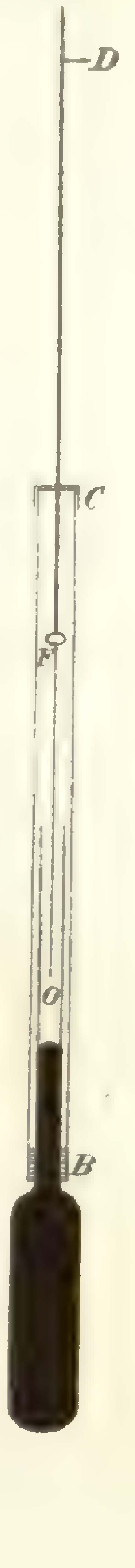
I.	Armature de bois entouré d'une enveloppe de zinc.
II.	Cylindre de laiton.
III.	Cylindre de bois intérieur.
IV.	Cylindre de bois extérieur.
V.	Plaques d'ébonite.
VI.	Tube de bois.
VII.	Reservoir de fer à mercure.
VIII.	Garniture de laiton pour le cylindre N:o VI.

Les mêmes chiffres désignant les mêmes parties.

E'
II
III
IV
C
F
VIII
VI
O
VIII
V
VII
B

Fig. 3.

Fig. 1.



D
I
G
H'
K
L
M
S
R
H
G'
T
U
N
V
P
Q
A
D'
A'
III
I
II
IV
E

Fig. 2.

Lith. Schlachter, Stockholm.

BIHANG TILL K. SVENSKA VET.-AKAD. HANDLINGAR. Band. 8. N:o 20.

Meddelanden från Stockholms Högskola. N:o 9.

EINE ALLGEMEINE FORM
DER
WURZELN EINER BELIEBIGEN ALGEBRAISCHEN GLEICHUNG

VON

GEORG BORENIUS.

DER KÖNIGL. SCHWED. ACADEMIE DER WISS. MITGETHEILT DEN 10 OCTOBER 1883.

STOCKHOLM, 1884.
KONGL. BOKTRYCKERIET.
P. A. NORSTEDT & SÖNER.

Seitdem die Auflösung der Gleichungen vierten Grades bekannt wurde, hat man sich bemüht den Wurzeln algebraisch auflösbarer Gleichungen eine allgemeine Form zu geben. Für die Wurzeln der grossen Klasse algebraisch auflösbarer Gleichungen, welche den Namen *die Abelschen* erhalten haben, hat Abel in *Mémoire sur une classe particulière d'équations résolubles algébriquement*[1]) die Form

$$\Theta^m x = \frac{1}{\mu}\left[-A + \alpha_1^{-m}\cdot\sqrt[\mu]{v_1} + \alpha_2^{-m}\cdot\sqrt[\mu]{v_2} + \ldots\ldots + \alpha_{\mu-1}^{-m}\cdot\sqrt[\mu]{v_{\mu-1}}\right]$$

gegeben[2]), wo μ[3]) die Gradzahl der Gleichung bedeutet, $\alpha_1, \alpha_2, \ldots\ldots \alpha_{\mu-1}$ die primitiven μ^{ten} Wurzeln der Einheit und A den Coefficienten von $x^{\mu-1}$.

In dem Folgenden will ich versuchen zu beweisen, dass man den Wurzeln jeder Gleichung diese Form geben kann, und zugleich zu zeigen, welche Verhältnisse zwischen $\sqrt[\mu]{v_1}$, $\sqrt[\mu]{v_2}, \ldots\ldots \sqrt[\mu]{v_{\mu-1}}$ und den Gleichungscoefficienten stattfinden, oder mit anderen Worten, die nothwendigen und hinreichenden Bedingungen, damit die von Abel eingeführten $\sqrt[\mu]{v_1}$, $\sqrt[\mu]{v_2}, \ldots\ldots \sqrt[\mu]{v_{\mu-1}}$ den Wurzeln einer jeden beliebigen Gleichung Genüge leisten mögen.

Mögen nämlich:

$$x_k$$

für

$$k = 0,\ 1,\ 2, \ldots\ldots n-1,$$

die n Wurzeln der gegebenen Gleichung n^{ten} Grades:

$$x^n - f_1\, x^{n-1} + f_2\, x^{n-2} - \ldots\ldots + (-1)^n f_n = 0$$

---

[1]) Oevres complètes de N. H. Abel publiée par MM. L. Sylow et S. Lie. Tome premier. XXV.

[2]) l. c. Formel 35.

[3]) μ wird in dieser Formel von Abel als Primzahl angenommen.

sein, und führen wir statt (x_k) n neue Qvantitäten

$$y_k$$

ein, welche so beschaffen sind, dass

$$nx_k = \sum_{g=o}^{g=n-1} \alpha^{-gk} y_g,$$

wo α eine der primitiven $n^{\underline{ten}}$ Wurzeln der Einheit ist, so erhält man unmittelbar:

$$\prod_{k=o}^{k=n-1} (x - x_k) = \left(-\frac{1}{n}\right)^n \prod_{k=o}^{k=n-1} \Big((y_o - nx) + \alpha^{-k} y_1$$

$$+ \alpha^{-2k} y_2 + \ldots\ldots + \alpha^{-(n-1)k} y_{n-1}\Big).$$

Anderseits ist[1])

$$\prod_{k=o}^{k=n-1} \Big((y_o - nx) + \alpha^{-k} y_1 + \alpha^{-2k} y_2 + \ldots\ldots + \alpha^{-(n-1)k} y_{n-1}\Big) =$$

$$= \begin{vmatrix} y_o - nx, & y_1 & , y_2 & , \ldots\ldots y_{n-1} \\ y_{n-1} & , y_o - nx, & y_1 & , \ldots\ldots y_{n-2} \\ y_{n-2} & , y_{n-1} & , y_o - nx, & \ldots\ldots y_{n-3} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ y_1 & , y_2 & , y_3 & , \ldots\ldots y_o - nx \end{vmatrix}$$

$$= \begin{vmatrix} y_o & , y_1 & , y_2 & , \ldots\ldots y_{n-1} \\ y_{n-1}, & y_o & , y_1 & , \ldots\ldots y_{n-2} \\ y_{n-2}, & y_{n-1}, & y_o & , \ldots\ldots y_{n-3} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ y_1 & , y_2 & , y_3 & , \ldots\ldots y_o \end{vmatrix} - n \begin{vmatrix} y_o & , y_1 & , y_2 & , \ldots\ldots y_{n-2} \\ y_{n-1}, & y_o & , y_1 & , \ldots\ldots y_{n-3} \\ y_{n-2}, & y_{n-1}, & y_o & , \ldots\ldots y_{n-4} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ y_2 & , y_3 & , y_4 & , \ldots\ldots y_o \end{vmatrix} nx + \ldots$$

---

[1]) Vergleiche: BALTZER »Theorie und Anwendung der Determinanten». Leipzig 1870. S. 98 und die Folg.

$$+(-1)^{n-p}\frac{n}{\underline{|p}}\sum_{\substack{r_1=1\\ r_1\gtrless r_2\;\; r_1\gtrless r_3\;\; r_1\gtrless r_4\;\ldots\; r_1\gtrless r_{p-1}\\ r_2\gtrless r_3\;\; r_2\gtrless r_4\;\ldots\; r_2\gtrless r_{p-1}\\ r_3\gtrless r_4\;\ldots\; r_3\gtrless r_{p-1}\\ \cdots\cdots\\ r_{p-2}\gtrless r_{p-1}}}^{r_1=n-1}\;\sum_{r_2=1}^{r_2=n-1}\;\sum_{r_3=1}^{r_3=n-1}\cdots\sum_{r_{p-1}=1}^{r_{p-1}=n-1}\begin{vmatrix} y_o, & y_{r_1}, & y_{r_2}, & y_{r_3}, & \cdots y_{r_{p-1}}\\ y_{n-r_1}, & y_o, & y_{r_2-r_1}, & y_{r_3-r_1}, & \cdots y_{r_{p-1}-r_1}\\ y_{n-r_2}, & y_{n-(r_2-r_1)}, & y_o, & y_{r_3-r_2}, & \cdots y_{r_{p-1}-r_2}\\ y_{n-r_3}, & y_{n-(r_3-r_1)}, & y_{n-(r_3-r_2)}, & y_o, & \cdots y_{r_{p-1}-r_3}\\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot\\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot\\ y_{n-r_{p-1}}, & y_{n-(r_{p-1}-r_1)}, & y_{n-(r_{p-1}-r_2)}, & y_{n-(r_{p-1}-r_3)}, & \cdots y_o \end{vmatrix}(nx)^{n-p}+$$

$$+\ldots\ldots+(-1)^{n-3}\frac{n}{\underline{|3}}\sum_{\substack{r_1=1\\ r_1\gtrless r_2}}^{r_1=n-1}\;\sum_{r_2=1}^{r_2=n-1}\begin{vmatrix} y_o, & y_{r_1}, & y_{r_2}\\ y_{n-r_1}, & y_o, & y_{r_2-r_1}\\ y_{n-r_2}, & y_{n-(r_2-r_1)}, & y_o \end{vmatrix}(nx)^{n-3}+(-1)^{n-2}\frac{n}{\underline{|2}}\sum_{r_1=1}^{r_1=n-1}\begin{vmatrix} y_o, & y_{r_1}\\ y_{n-r_1}, & y_o \end{vmatrix}(nx)^{n-2}+$$

$$+(-1)^{n-1}ny_o(nx)^{n-1}+(-1)^n(nx)^n=\begin{vmatrix} o & , y_1 & , y_2, \cdots y_{n-1} \\ y_{n-1}, & o & , y_1, \cdots y_{n-2} \\ y_{n-2}, & y_{n-1}, & o\;, \cdots y_{n-3} \\ \cdot & \cdot & \cdot \quad \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \quad \cdot \\ y_1 & , y_2 & , y_3, \cdots o \end{vmatrix}+n\begin{vmatrix} o & , y_1 & , y_2, \cdots y_{n-2} \\ y_{n-1}, & o & , y_1, \cdots y_{n-3} \\ y_{n-2}, & y_{n-1}, & o\;, \cdots y_{n-4} \\ \cdot & \cdot & \cdot \quad \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \quad \cdot \\ y_2 & , y_3 & , y_4, \cdots o \end{vmatrix}(y_o-nx)+$$

$$\ldots+\frac{n}{|\underline{p}}\underset{\begin{array}{r} r_1 \gtrless r_2 \quad r_1 \gtrless r_3 \quad r_1 \gtrless r_4 \ldots\ldots r_1 \gtrless r_{p-1} \\ r_2 \gtrless r_3 \quad r_2 \gtrless r_4 \ldots\ldots r_2 \gtrless r_{p-1} \\ r_3 \gtrless r_4 \ldots\ldots r_3 \gtrless r_{p-1} \\ \ldots\ldots\ldots \\ \ldots\ldots\ldots \\ r_{p-2} \gtrless r_{p-1} \end{array}}{\sum_{r_1=1}^{r_1=n-1}\sum_{r_2=1}^{r_2=n-1}\sum_{r_3=1}^{r_3=n-1}\ldots\sum_{r_{p-1}=1}^{r_{p-1}=n-1}}\begin{vmatrix} o & , y_{r_1} & , y_{r_2} & , y_{r_3} & , \cdots y_{r_{p-1}} \\ y_{n-r_1} & , o & , y_{r_2-r_1} & , y_{r_3-r_1} & , \cdots y_{r_{p-1}-r_1} \\ y_{n-r_2} & , y_{n-(r_2-r_1)} & , o & , y_{r_3-r_2} & , \cdots y_{r_{p-1}-r_2} \\ y_{n-r_3} & , y_{n-(r_3-r_1)} & , y_{n-(r_3-r_2)} & , o & , \cdots y_{r_{p-1}-r_3} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ y_{n-r_{p-1}} & , y_{n-(r_{p-1}-r_1)} & , y_{n-(r_{p-1}-r_2)} & , y_{n-(r_{p-1}-r_3)} & , \cdots o \end{vmatrix}(y_o-nx)^{n-p}$$

$$+\ldots\ldots+\frac{n}{\underline{|3}}\sum_{\substack{r_1=1\\ r_1 \gtrless r_2}}^{r_1=n-1}\sum_{r_2=1}^{r_2=n-1}\begin{vmatrix} o & , y_{r_1} & , y_{r_2} \\ y_{n-r_1}, & o & , y_{r_2-r_1} \\ y_{n-r_2}, & y_{n-(r_2-r_1)}, & o \end{vmatrix}(y_o-nx)^{n-3}+$$

$$+\frac{n}{\underline{|2}}\sum_{r_1=1}^{r_1=n-1}\begin{vmatrix} o & , y_{r_1} \\ y_{n-r_1}, & o \end{vmatrix}(y_o-nx)^{n-2}+(y_o-nx)^n,$$

wo man mit:

$$r_s-r_t$$

$$s \gtrless t$$

$$s=1, 2, 3\ldots\ldots n-1.$$

$$t=1, 2, 3\ldots\ldots n-1$$

für negative Werthe dieser Qvantität:

$$n-(r_s-r_t)$$

zu verstehen hat.

Setzt man hier:

$$\left.\begin{array}{l}
\underline{|n-1}\begin{vmatrix} o & , y_1 & , y_2 & ,\ldots\ldots y_{n-1} \\ y_{n-1}, & o & , y_1 & ,\ldots\ldots y_{n-2} \\ y_{n-2}, & y_{n-1}, & o & ,\ldots\ldots y_{n-3} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ y_1 & , y_2 & , y_3 & ,\ldots\ldots o \end{vmatrix}=\psi_n \\[2em]
\underline{n-1}\begin{vmatrix} o & , y_1 & , y_2 & ,\ldots\ldots y_{n-2} \\ y_{n-1}, & o & , y_1 & ,\ldots\ldots y_{n-3} \\ y_{n-2}, & y_{n-1}, & o & ,\ldots\ldots y_{n-4} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ y_2 & , y_3 & , y_4 & ,\ldots\ldots o \end{vmatrix}=\psi_{n-1} \\
\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot \\
\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot \\
\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot \\
\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot
\end{array}\right\}\text{(I)}$$

$$
\left.
\begin{aligned}
&\underset{\substack{r_1 \gtrless r_2 \quad r_1 \gtrless r_3 \quad r_1 \gtrless r_4 \;\cdots\; r_1 \gtrless r_{p-1} \\ r_2 \gtrless r_3 \quad r_2 \gtrless r_4 \;\cdots\; r_2 \gtrless r_{p-1} \\ r_3 \gtrless r_4 \;\cdots\; r_3 \gtrless r_{p-1} \\ \cdots\cdots\cdots \\ r_{p-2} \gtrless r_{p-1}}}{\sum_{r_1=1}^{r_1=n-1}\sum_{r_2=1}^{r_2=n-1}\sum_{r_3=1}^{r_3=n-1}\cdots\sum_{r_{p-1}=1}^{r_{p-1}=n-1}}
\begin{vmatrix}
0, & y_{r_1}, & y_{r_2}, & y_{r_3}, & \ldots\ldots y_{r_{p-1}} \\
y_{n-r_1}, & 0, & y_{r_2-r_1}, & y_{r_3-r_1}, & \ldots\ldots y_{r_{p-1}-r_1} \\
y_{n-r_2}, & y_{n-(r_2-r_1)}, & 0, & y_{r_3-r_2}, & \ldots\ldots y_{r_{p-1}-r_2} \\
y_{n-r_3}, & y_{n-(r_3-r_1)}, & y_{n-(r_3-r_2)}, & 0, & \ldots\ldots y_{r_{p-1}-r_3} \\
\cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\
y_{n-r_{p-1}}, & y_{n-(r_{p-1}-r_1)}, & y_{n-(r_{p-1}-r_2)}, & y_{n-(r_{p-1}-r_3)}, & \ldots\ldots 0
\end{vmatrix} = \psi_p \\
&\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\
&\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\
&\underset{r_1 \gtrless r_2}{\sum_{r_1=1}^{r_1=x-1}\sum_{r_2=1}^{r_2=n-1}}
\begin{vmatrix}
0, & y_{r_1}, & y_{r_2} \\
y_{n-r_1}, & 0, & y_{r_2-r_1} \\
y_{n-r_2}, & y_{n-(r_2-r_1)}, & 0
\end{vmatrix} = \psi_3 \\
&\sum_{r_1=1}^{r_1=n-1}
\begin{vmatrix}
0, & y_{r_1} \\
y_{n-r_1}, & 0
\end{vmatrix} = \psi_2 \\
&y_0 = \psi_1
\end{aligned}
\right\}\text{(I)}
$$

so erhält man:

$$(y_0 - nx)^n + \frac{n}{\underline{|2}}\,\psi_2\,(y_0 - nx)^{n-2} + \frac{n}{\underline{|3}}\,\psi_3\,(y_0 - nx)^{n-3} + \ldots\ldots$$

$$\ldots\ldots + \frac{n}{\underline{|p}}\,\psi_p\,(y_0 - nx)^{n-p} + \ldots + \frac{n}{\underline{|n-1}}\,\psi_{n-1}\,(y_0 - nx) +$$

$$+ \frac{n}{\underline{|n}}\,\psi_n = (-1)^n\,(nx)^n + (-1)^{n-1}\,nf_1\,(nx)^{n-1} +$$

$$(-1)^{n-2}\,n^2 f_2\,(nx)^{n-2} + \ldots\ldots - n^{n-1} f_{n-1}\,(nx) + n^n f_n = 0.$$

Also ist:

$$\psi_1 = f_1$$

$$\psi_2 = \frac{\underline{|2}}{\underline{|0}}\,n\,f_2 - (n-1)\,f_1^2$$

$$\psi_3 = \frac{\underline{|3}}{\underline{|0}}\,n^2 f_3 - \frac{\underline{|3}}{\underline{|1}}\,n\,(n-2)\,f_2 f_1 + 2\,(n-1)\,(n-2)\,f_1^3$$

$$\psi_4 = \frac{\underline{|4}}{\underline{|0}}\,n^3 f_4 - \frac{\underline{|4}}{\underline{|1}}\,n^2\,(n-3)\,f_3 f_1 + \frac{\underline{|4}}{\underline{|2}}\,n\,(n-2)\,(n-3)\,f_2 f_1^2$$

$$- 3\,(n-1)\,(n-2)\,(n-3)\,f_1^4$$

. . . .

. . . .

. . . .

$$\psi_r = \frac{\underline{|r}}{\underline{|0}}\,n^{r-1}\,f_r - \frac{\underline{|r}}{\underline{|1}}\,n^{r-2}\,\big(n-(r-1)\big)\,f_{r-1}\,f_1$$

$$+ \frac{\underline{|r}}{\underline{|2}}\,n^{r-3}\,\big(n-(r-1)\big)\,\big(n-(r-2)\big)\,f_{r-2}\,f_1^2$$

$$- \frac{\underline{|r}}{\underline{|3}}\,n^{r-4}\,\big(n-(r-1)\big)\,\big(n-(r-2)\big)\,\big(n-(r-2)\big)\,f_{r-3}\,f_1^3 + \ldots$$

$$+ (-1)^p\,\frac{\underline{|r}}{\underline{|p}}\,n^{r-(p+1)}\big(n-(r-1)\big)\ldots\big(n-(r-p)\big)\,f_{r-p}\,f_1^p +$$

$$+ (-1)^{r-2}\,\frac{\underline{|r}}{\underline{|r-2}}\,n\,\big(n-(r-1)\big)\ldots\ldots(n-2)\,f_2\,f_1^{r-2} +$$

$$+(-1)^{r-1}\frac{\underline{|r}}{\underline{|r-1}}\left(n-(r-1)\right)\left(n-(r-2)\right)\ldots\ldots(n-1)\,f_1\,f_1^{r-1}+$$

$$+(-1)^{r}\frac{\underline{|r}}{\underline{|r}}\left(n-(r-1)\right)\left(n-(r-2)\right)\ldots(n-1)\,f_1^{r}$$

. . . .

. . . .

. . . .

$$\psi_n=\underline{|n}\,.\,n^{n-1}\,f_n-\underline{|n}\,.\,n^{n-2}\,f_{n-1}\,f_1+$$

$$+\underline{|n}\,.\,n^{n-3}\,f_{n-2}\,f_1^2-\underline{|n}\,.\,n^{n-4}\,f_{n-3}\,f_1^3+\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$+(-1)^p\,\underline{|n}\,.\,n^{n-(p+1)}\,f_{n-p}\,f_1^p+\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$+(-1)^{n-2}\,\underline{|n}\,.\,n\,f_2\,f_1^{n-2}+(-1)^{n-1}\,\underline{|n}\,.\,f_1\,f_1^{n-1}$$

$$+(-1)^n\,\underline{|n-1}\,f_1^n$$

oder

$$\psi_r=\sum_{p=0}^{p=r}\frac{\underline{|r}}{\underline{|p}}\,n^{r-(p+1)}\left(n-(r-1)\right)\ldots\ldots\left(n-(r-p)\right)f_{r-p}\,f_1^p. \qquad \text{(II)}$$

Also sind ψ_1, $\psi_2, \ldots\ldots \psi_{n-1}$, ψ_n ganze und rationale Functionen der Gleichungscoefficienten. Kann also jedes der $y_1, y_2, \ldots\ldots y_{n-1}$ algebraisch in ψ_1, $\psi_2, \ldots\ldots \psi_n$ ausgedrückt werden, so können auch die Wunzeln der Gleichung $n^{\underline{ten}}$ Grades algebraisch bestimmt werden. In diesem Falle ist also die Gleichung $n^{\underline{ten}}$ Grades algebraisch auflösbar.

Andererseits erhalten wir aus:

$$n\,\alpha^{gk}x_k=\alpha^{gk}\;y_0+\alpha^{(g-1)k}\;y_1+\ldots\ldots+\alpha^{(g-(n-1))k}\;y_{n-1}$$

oder:

$$n\sum_{k=0}^{k=n-1}\alpha^{gk}\,x_k=\frac{\alpha^{ng}-1}{\alpha^g-1}y_0+\frac{\alpha^{n(g-1)}-1}{\alpha^{g-1}-1}y_1+\ldots\ldots+\frac{\alpha^{n(g-(n-1))}-1}{\alpha^{g-(n-1)}-1}\,y_{n-1},$$

da:

$$\frac{\alpha^{n(g-r)}-1}{\alpha^{g-r}-1}$$

$$r = 0, 1, 2, \ldots n-1$$

für

$$g = 0, 1, 2, \ldots . r-1,\ r+1, \ldots . n-1$$

Null ist, und für:

$$g = r$$

gleich n,

$$y_g = \sum_{k=0}^{k=n-1} \alpha^{gk} x_k. \tag{III}$$

Also können in den Fällen, wo die gegebene Gleichung algebraisch auflösbar ist, auch $y_1, y_2, \ldots . y_{n-1}$ algebraisch bestimmt werden.

Wir haben also die Auflösung einer gegebenen Gleichung auf die Auflösung der Gleichung (I) zurückgeführt. Kennen wir dagegen die Wurzeln einer gegebenen Gleichung $n^{\underline{ten}}$ Grades, so erhalten wir auch unmittelbar die denselben entsprechenden $y_1, y_2, \ldots . . y_{n-1}$.

Auch wenn die Gleichung $n^{\underline{ten}}$ Grades nicht algebraisch auflösbar ist, so finden jedenfalls nicht nur die Gleichungen (I) und (II) sondern auch die Gleichung (III) statt.

BIHANG

TILL

KONGL. SVENSKA VETENSKAPS-AKADEMIENS

HANDLINGAR.

ÅTTONDE BANDET.

STOCKHOLM, 1883—1884. P. A. NORSTEDT & SÖNER.

INNEHÅLL AF ÅTTONDE BANDET.

Sid.

1. Edlund, E. Untersuchungen über die Wärmeveränderungen an den Polplatten in einem Voltameter beim Durchgange eines elektrischen Stroms .... 1— 18
2. Nordenskiöld. A. E. Om bröderna Zenos resor och de äldsta kartor öfver Norden .... 1— 53
3. Forssell, K. B. Studier öfver Cephalodierna. Bidrag till kännedomen om Lafvarnes anatomi och utvecklingshistoria. Med 2 taflor .... 1—112
4. Malm, A. W. Skelettdelar af hval insamlade under expeditionen med Vega 1878—1880 .... 1—114
5. Brögger, W. C. Über Krystalle von Thorium. Mit 1 Tafel .... 1— 8
6. Klercker, J. E. F. de. Recherches sur la structure anatomique de l'Aphylanthes Monspeliensis Lin. Avec 3 planches .... 1— 23
7. Hamberg, H. E. Sur la variation diurne de la force du vent. Avec 1 planche .... 1— 48
8. Tigerstedt, R. und Willhard, A. Die Muskelzuckung in ihrer Abhängigkeit von der Stärke elektrischer Reizung .... 1— 20
9. Lindström, G. Index to the generic names applied to the Corals of the palæozoic formations .... 1— 14
10. Klercker, C. E. de. Recherches sur la dispersion prismatique de la lumière. Second Mémoire. Avec 2 planches .... 1— 36
11. Aurivillius, C. W. S. Eine Anguillulide aus der Schneefauna Spitzbergens. Mit 1 Tafel .... 1— 15
12. Lundgren, B. Bemerkungen über die von der schwedischen Expedition nach Spitzbergen 1882 gesammelten Jura- und Trias-Versteinerungen. Mit 2 Tafeln .... 1— 22
13. Arrhenius, S. Recherches sur la conductibilité galvanique des électrolytes. I. La conductibilité galvanique des solutions aqueuses extrémement diluées, determinnée au moyen des depolarisateurs. Avec 1 planche .... 1— 63
14. Arrhenius, S. Recherches sur la conductibilité galvanique des électrotytes. II. Théorie chimique des électrolytes .... 1— 89

Sid.

15. **FUCHS. TH.** Ueber die von A. G. NATHORST in Spitsbergen gesammelten Tertiärconchylien .... 1— 11

16. **TIGERSTEDT, R.** Zur Kenntniss der Einwirkung von Inductionsströmen auf die Nerven. Mit 2 Tafeln .... 1 – 45

17. **TIGERSTEDT, R.** Ueber den kleinsten subjectiv merkbaren Unterschied zwischen Reactionszeiten........ 1— 31

18. **WILLE, N.** Bidrag till Sydamerikas Algflora. Med 3 taflor........ 1— 64

19. **ÅNGSTRÖM, K.** Un nouveau géothermomètre. Avec 1 planche... 1— 10

20. **BORENIUS, G.** Eine allgemeine Form der Wurzeln einer beliebigen algebraischen Gleichung .... 1— 11